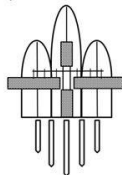


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

НАСКР-2016

новое в архитектуре,
проектировании
строительных
конструкций и
реконструкции



new in architecture,
design construction
and renovation
NADCR – 2016

III Международная конференция (IX Всероссийская конференция)
The III International Conference (IX All-Russian Conference)

Материалы III Международной
(IX Всероссийской) конференции

Чебоксары
2016

УДК 624(063)

ББК Н.я431

Н73

Редакционная коллегия:

Н.С. Соколов (отв. редактор), Д.Л. Кузьмин (отв. секретарь),
А.Н. Плотников, Л.А. Сакмарова, А.Г. Лукин, Т.В. Щенникова

Н73 Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. - 513 с.

ISBN

Рассмотрены вопросы застройки городов, энергоэффективности зданий, создания новых конструкций и материалов, совершенствования методов расчета несущих конструкций и их усиления, внедрения новых строительных технологий и экономической оценки строительства, вопросы строительного образования.

Для научных работников, строителей, аспирантов, магистрантов и студентов.

Материалы конференции воспроизведены с авторских оригиналов рукописей, представленных в Оргкомитет.

Печатается по решению Ученого совета строительного факультета Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова.

УДК 624(063)

ББК Н.я431

ISBN _____

©Коллектив авторов, 2016

Сборник Международной конференции НАСКР-2016, скоро отмечающей свое двадцатилетие, представлен традиционной тематикой. В нем анализируются проблемы застройки городов, энергоэффективности ограждающих конструкций и энергосистем, внедрения новых конструкций и материалов, совершенствования методов расчета конструкций, их усиления и оценки пригодности к эксплуатации, совершенствования технологии строительства, геотехники и экономической оценки строительства. Несколько статей посвящены применению композиционных материалов в армированных бетонных конструкциях.

Расширяется география участников конференции. Кроме статей российских авторов представлен материал ученых из Италии, Бразилии, Колумбии, Казахстана, Таджикистана.

Активно работают в области научных исследований и выпускники строительного факультета Чувашского госуниверситета, чьи работы также представлены в данном сборнике. Площадку конференции осваивают магистранты разных городов и стран, оттачивая свои аналитические навыки.

Являясь очередным итогом научной деятельности ученых, сборник конференции НАСКР-2016 намечает дальнейшие ориентиры исследований и послужит хорошим дополнительным источником знаний для студентов строительных специальностей.

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 004.92(075.8)

ИНТЕГРАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

О.П.Андреева, Э.В.Михайлова

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени
И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

Рассмотрены проблемы применения компьютерных технологий при изучении дисциплины «Инженерная графика» студентами строительных специальностей.

INTEGRATION OF ENGINEERING AND COMPUTER GRAPHIC ARTS IN EDUCATIONAL PROCESS OF STUDENTS OF BUILDING SPECIALITIES

Abstract

The problems of application of computer technologies are considered at the study of discipline the "Engineering graphic arts" by the students of building specialities. The unfolded consideration of possibilities of computer graphics is produced in the process of implementation of project works.

Сегодня строительные специальности все больше становятся, востребованными на рынке труда. Компьютерные технологии выступают как инструменты современного проектирования. Возрастает необходимость в специалистах, обладающих специфическими знаниями современных компьютерных систем автоматизированного проектирования.

Требования к качеству проектов возрастает, поэтому необходимо внедрять новые технологии на всех этапах разработки проектов. Для качественного выполнения проектов необходимо использовать современные компьютеры, системы автоматизированного проектирования, современную оргтехнику. Поэтому актуальными становятся вопросы подготовки студентов способных решать сложные проектные задачи, создавать и реализовывать проекты, быть востребованными на рынке труда. Современные строительные специальности невозможно представить без использования информационных технологий. Будущие архитекторы и дизайнеры должны владеть комплексом информационно - технологических знаний, уметь эффективно

применять новые информационные технологии в своей профессиональной деятельности.[1]

Внедрение информационных технологий в учебный процесс увеличит количество высококвалифицированных инженерных кадров, владеющих навыками работы в системах автоматизированного проектирования.[2] В процессе обучения студенты строительных специальностей выполняют учебные проектные работы, которые имеют много общего с реальным проектированием.

Процесс проектирования включает: разработку и оформление технической документации в соответствии с действующей нормативной базой; выполнение чертежей и схем; построение пространственных объектов. Для осуществления замысла необходимо знать основные законы построения чертежей зданий, сооружений, конструкций; особенности выполнения архитектурно-строительных чертежей. Выполнение учебных проектов позволит студентам овладеть профессиональными знаниями и умениями и научиться применять их в дальнейшей деятельности.

«Инженерная графика» является базовой общеинженерной дисциплиной. В процессе обучения студенты изучают вопросы конструирования графических моделей, основы построения чертежей, способы графического изображения, техническое черчение и машинную графику, решают пространственные задачи. Изучение инженерной графики даст возможность применять полученные знания при выполнении конструкторской работы и изучении технической литературы.

Современное строительное образование невозможно без применения компьютерных технологий, особенно это важно при изучении «Инженерной графики» так как позволяет параллельно с изучением основ инженерной графики научить студентов выполнять чертежно-графические работы в современных графических системах.

Задача высшей школы - формирование конкурентоспособного специалиста, свободно владеющего графическими программами.

Изучая «Компьютерную графику» студенты строительных специальностей изучают принципы работы графических пакетов, основные модели представления информации, инструменты для решения конкретных задач. Студенты приобретают навыки построение реалистичных пространственных моделей.

Современные графические программы обладают широкими возможностями, использование компьютерной графики позволяет рационально выполнять чертежные работы. Поэтому современный

специалист должен профессионально владеть программными средствами уметь создавать чертежи любой сложности.

Возможности компьютерной графика позволяют выполнять чертежи любой сложности, а современные графические программы могут быть адаптированы под нужды конкретного пользователя. Большой набор инструментальных средств делает такие программы универсальными для работы.

Интеграция инженерной и компьютерной графики в образовательный процесс студентов строительных специальностей повысит качество обучения студентов. Внедрение компьютерных технологий в учебный процесс совершенствует формы и методы обучения, ведет к улучшению усвоения учебного материала, приобретению новых знаний умений и навыков применения вычислительной техники в решении инженерных вопросов и выполнении проектных работ.

Литература.

1. Чембаров Е.А. Особенности формирования профессиональных компетенций студентов-дизайнеров при изучении дисциплины «Компьютерные технологии в Дизайне» [Текст]: Российский научный журнал Историческая и социально-образовательная мысль. 2013.-№5(21). 122-125 с.

2. Ярошевич О.В., Амельченко Н.А., Кулащик Н.Ф. Формирование творческой личности инженера в процессе графической подготовки [Текст]: материалы респ. науч.-метод. конф., Витебск, 5 декабря 2008 г. – Витебск: УО «ВГТУ», 2008. с. 15-17.

Ключевые слова: инженерная графика, компьютерная графика, проекты, образовательный процесс, студенты, строительные специальности.

Keywords: eengineering graphic arts, computer graphics, educational process, students, building specialities, projects.

Андреева Ольга Пименовна кандидат педагогических наук, доцент, Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова. E-mail: olyaokt@mail.ru

Михайлова Эвелина Валериановна, доцент кафедры архитектуры и дизайна среды, кандидат педагогических наук

*Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова
e-mail: evelki38@yandex.ru*

Andreeva Olga Pimenovna, Associate Professor of Architecture and Environmental Design Department, Candidate of Pedagogical Science

Chuvash State University named after I. N. Ulyanov

Michailova Evelina Valerianovna, Associate Professor of Architecture and Environmental Design Department, Candidate of Pedagogical Science

Chuvash State University named after I. N. Ulyanov

Для цитирования:

Андреева О.П. Интеграция инженерной и компьютерной графики в образовательный процесс студентов строительных специальностей / О.П.Андреева, Э.В.Михайлова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 5 – 8.

Citation:

Andreeva O.P. INTEGRATION OF ENGINEERING AND COMPUTER GRAPHIC ARTS IN EDUCATIONAL PROCESS OF STUDENTS OF BUILDING SPECIALITIES / O.P. Andreeva, E.V. Michailova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 5 – 8.

УДК 727.4.

ВЛИЯНИЕ АСПЕКТОВ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ ШКОЛЬНОГО ЗДАНИЯ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

С.П. Ахметова, В.М. Сеньков

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются актуальность проблемы совершенствования архитектуры школьных зданий, приведены примеры зарубежного опыта проектирования образовательных учреждений, вопросы влияния архитектурной школьного здания и его ландшафтного окружения на развитие социальной активности учащихся, их духовного образования и художественной культуры.

IMPACT ASPECTS OF ARCHITECTURE AND SPATIAL ENVIRONMENT OF SCHOOL BUILDINGS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract.

This article discusses the relevance of the problem of improving the architecture of the school buildings are examples of foreign experience in the design of educational institutions, questions of influence architectonic school building and its surrounding landscape on the development of social activity of students, their religious education and culture.

Не секрет, что вид школьного здания и интерьер классных помещений, их функционально-планировочное и колористическое решение играют важнейшую роль в эффективности процесса обучения. И именно дизайнеры среды совместно с архитекторами преобразуют окружающий нас мир, создают гармоничные индивидуальные интерьеры, занимаются урбанистическим и ландшафтным благоустройством, повышают уровень комфорта. Новейшие технологии и возрастающие потребности общества создают условия для соединения различных направлений дизайна в создании комфортной школьной среды. Дизайнеры и архитекторы должны соединить в проектных работах все важнейшие составляющие, учитывая стилистические, эргономические, эстетические и экономические факторы.

Объемно-планировочное решение и состав помещений зависит от структуры школы, общего количества воспитанников, а также организации учебно-воспитательного процесса.

Школа представляет собой сложный комплекс помещений, которые делятся на группы: учебную, спортивно-оздоровительную, столовую, хозяйственную, рекреационную, медпункт и помещения для персонала. Самыми важными являются помещения, где школьники проводят основное время или имеют свои личные, индивидуальные места. Речь идет о классах, групповых комнатах и рекреациях.

Многочисленные исследования дают возможность определить - какие колористические отношения и пространственные формы желали бы видеть ученики в своей школе, что именно в облике здания школы кажется им привлекательным, приглашающим, красивым, и какие школьные постройки вызывают у школьников негативное впечатление. Было отмечено, что у учащихся преобладает желание видеть школу очень светлой или какого-то яркого тона, возможно с красной крышей. Крыши подобных оттенков дают впечатление нечто «мягкого», «уютного», создают «защищающую» атмосферу. Разноуровневые части крыши придают архитектурному объему здания более интересный, веселый и многогранный образ.

Современные проекты школ от проектов прошлых лет отличаются разнообразием архитектурно-планировочных решений и значительным усложнением планов. Но вопрос: какой должна быть архитектура школьного здания – остается спорным. По данному поводу существует ряд противоречивых мнений. Первые считают, что самый оптимальный подход к проектированию - модульный, где здание школы - это своего рода конструктор, который разбирается и собирается, затем по необходимости достраивается нужными модулями. Вторые считают, что каждое школьное здание должно кардинально отличаться от других школьных зданий и быть неповторимым, нестандартным, привлекательным для учащихся.

К большому сожалению, в области архитектуры отечественных школьных зданий не так много оригинальных проектов. Как правило, это реконструкция сооружений прошлых лет, к которым достраивают и пристраивают блоки различного назначения. Но все же хочется отметить несколько отечественных объектов, заслуживающих определенного внимания и позволяющих оценить целесообразность свободной расстановки архитектурных элементов в пространстве. Это школа «Синяя птица» в Северном Бутово г. Москва архитектора Николая Лютимского, которая имеет сложную, удобную планировку,

четкое зонирование и отдельное размещение учеников разного возраста в разноэтажных блоках. Проект данной школы привлекает своей функциональностью, целостностью и нестандартным решением архитектурных объемов.

Еще одно яркое сооружение отечественной архитектуры, которое невозможно не отметить. Это школа-интернат в Кожухово. Здание удивляет и поражает нестандартными формами, что не характерно для архитектурного решения школ и педагогических учреждений. Восхищает легкость и смелость планировочного решения - пять корпусов нанизаны на галерею, полукругом соединяющую их на уровне второго этажа. Но, несмотря на необычность форм, школьное здание имеет четкую продуманную функциональную структуру. Пять корпусов включают в себя - три жилых, школу и общественный корпус, где вольготно располагаются и спортивный зал, и бассейн, и актовый зал, и кружковые, а также медицинский блок, администрация, столовая, музей и библиотека. Центром композиции здания и главным рекреационным пространством является атриум, из которого открывается вид на все основные общественные зоны. Крыша атриума – это открытая терраса, с которой просматривается вся прилегающая территория и окрестности.

В современном строительстве зарубежных школ делается акцент на экологичность строительных и отделочных материалов, преимущественно в интерьерах применяются естественные материалы и неоштукатуренный кирпич. Нередко конструкция школьного здания собирается из модулей (панелей, щитов) различных типов, позволяющих охватить разнообразные формы сооружения. Внутренняя организация зданий заслуживает повышенного внимания. При разработке интерьера внутреннего пространства учитываются психологические особенности детей – стремление к частой смене занятий и свободной организации своей деятельности. В школьных зданиях получила распространение планировка с центральным просторным залом, окружённым по периферии более мелкими помещениями, которые образуют единое пространство для учебной и игровой деятельности.

В организации учебной среды активно применяется принцип трансформации внутреннего пространства с помощью передвижного оборудования, мобильных перегородок и шкафов. Должна учитываться также возможность расширения и социальных функций школьного здания как центров общения и культуры жилого микрорайона. Это может стать возможным благодаря грамотной

планировке школы, позволяющей автономное использование библиотеки, спортзала, мастерских.

Очень важным направлением в архитектуре сегодняшней школы становится связь с природным окружением, взаимопроникновение природы и школьного здания. Эта тенденция касается не столько внешнего эффекта «вписывания» архитектурного объема в ландшафт, сколько максимального «раскрытия» интерьерного пространства и всего здания изнутри на природное окружение и включения природных элементов в его внутреннее пространство.

Разноплановая и богатая по формам и архитектурному содержанию среда создает очень значимый положительный эмоциональный заряд у учащихся, и наоборот, однородная и безликая среда вызывает у детей антипатию и негативное отношение к учению и самой школе.

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать следующие выводы: в процессе проектирования и строительства школ недостаточно задумывались над тем, что здание образовательного учреждения в исключительной степени производит на учеников впечатление, схожее с впечатлением от личности учителя, рассказывая воспитанникам о художественной культуре, об отношении к социальным проблемам, образовывая их духовно. Проекты школьных зданий должны отвечать задачам гармонизации жилой среды, эстетическим и архитектурным требованиям.

Хотелось бы, чтобы больше внимания в нашей стране и в нашем регионе уделялось социальной архитектуре, а конкретно – образовательным объектам для детей. Сэкономив денежные средства на проектировании и строительстве подобных учреждений, мы экономим на стратегическом вложении в экономическое процветание нашей страны. Здания образовательных учреждений должны быть актуальны много лет и соответствовать и уровню, и методике современного образования.

Литература

1. Президентская инициатива Наша новая школа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nasha-novaya-shkola.ru/>
2. Better learning by design [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dconline.com/article/20051220100>
3. Sidwell Fiends School, Anatomy of a Green School [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jetsongreen.com/2007/10/sidwell-friends.html>
4. Центр притяжения Ходынского поля Экспериментальная школа на 1000 учащихся [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://archvestnik.ru/ru/magazine/982>

5. Степанов В.И. Новые типы средних образовательных школ с гибкой планировочной структурой / В.И. Степанов, Е.Б. Дворкина – М.: Стройиздат, 1977. – 235с.:ил.

6. Тетиор А.Н. Архитектурно-строительная экология. — М.: РЭФИА, 2000. — 448с.

Ключевые слова: проектирование школьного здания, архитектура школьного здания, колористическое решение, функциональное зонирование, гармоничный интерьер, комфортная среда, ученики, положительный эмоциональный заряд.

Keywords: design of school buildings, architectonic school building, color palette, functional zoning, harmonious interior, comfortable environment, students, positive emotional charge.

Ахметова С. П., Доцент кафедры архитектуры и дизайна среды ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Россия, г. Чебоксары

Сеньков В.М., Старший преподаватель кафедры архитектуры и дизайна среды ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» Россия, г. Чебоксары

Akhmetova S.P., Ph.D., assistant professor of architecture and environmental design, Chuvash State University. IN Ulyanova, Cheboksary. e-mail: ahsvetsvet@mail.ru

Senkov V.M., Senior Lecturer, Department of Architecture and Design Environment, Chuvash State University. IN Ulyanova, Cheboksary.

Для цитирования:

Ахметова С.П. Влияние аспектов архитектурно-пространственной среды школьного здания на образовательный процесс./ С.П. Ахметова, В.М. Сеньков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 9 – 13.

Citation:

Akhmetova S.P. Impact aspects of architecture and spatial environment of school buildings in the educational process/ S.P. Akhmetova, V.M. Senkov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 5 – 13.

УДК 725.381

ПАРКОВКИ – АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА

В.Е. Бородов, Е.В. Юсупкина

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В статье рассмотрены современные эффективные методы решения вопроса парковочных мест, результаты анкетирования и предложение по размещению парковок развивающихся микрорайонах города Йошкар-Олы. Целью работы является разработка проекта парковки в рамках выпускной квалификационной работы. Предлагается один из современных методов решения вопроса парковочных мест в жилом районе города Йошкар-Олы.

PARKING - ACTUAL PROBLEMS OF THE MODERN CITY

Abstract

The article deals with modern and effective methods for solving the issue of parking spaces, the results of the survey and a proposal for placing the parking developing districts of the city of Yoshkar-Ola. The aim of the project is to develop a parking within the final qualifying work. It offers one of the modern methods of solving the problem of parking in the residential area of the city of Yoshkar-Ola.

В связи с интенсивным ростом автомобильного транспорта в нашей стране в городах встала острая проблема размещения и строительства автостоянок. Не исключением стал г. Йошкар-Ола. С ростом населения и числа личного автотранспорта потребность в дополнительных парковках неизбежно будет расти с каждым годом. Это влечет за собой множество других проблем: искусственное сужение проезжей части из-за рядов припаркованных автомобилей, ухудшение экологической обстановки, порча газонов во дворах. [1] Существующие нормы проектирования автостоянок не могут в достаточной мере удовлетворить потребности в парковочных местах.

Для анализа, существующей проблемы, проведен соцопрос посредством электронного анкетирования. Основная тема вопросов: испытывают ли потребность в дополнительных парковках; где именно необходимы парковки; какой вид автостоянок предпочитают; согласны ли оплачивать парковку.

Общее количество участников опроса составило 95 человек. Респонденты в возрасте от 18 до 39 лет - 97%, от 40 до 60 лет - 3%. Автотранспортом постоянно управляют – 38%, иногда – 22%, не управляют - 40% опрошенных. Испытывают потребность в дополнительных парковках 90% опрошенных. На вопрос «Где именно Вы испытываете недостаток парковочных мест?» 40% опрошенных дали ответ «рядом с домом», 34% «рядом с местом учебы», 8% «рядом с работой». На вопрос который требовал безвариантного ответа «Как Вы считаете, в каком районе города необходима новая парковка?», почти все ответили – в центральной части города. Так же были ответы «микрорайон Сомбатхей», «во всех частях города». Предложено было выбрать наиболее предпочтительный тип автостоянки: 42% опрошенных выбрали открытые парковочные места, 30% закрытую многоуровневую парковку, 16% подземную в многоквартирном доме, 11% открытые охраняемые. На вопрос «Согласны ли Вы оплачивать парковочное место?» ответили 63% «согласен, если цена разумна», 13% «конечно согласен», 24% «не согласен».

Результаты анкеты подтвердили, что город нуждается в строительстве новых парковок. Поэтому для решения проблемы необходимы комплексные меры по устранению дефицита стоянок. Нужно взять во внимание опыт крупнейших городов России и зарубежных стран, успешно оправдавших себя.

В связи с жилищной политикой в городе в последние годы активно развиваются новые микрорайоны – Фестивальный, Молодежный, Интеграл. Застраиваются новыми многоэтажными жилыми домами. Все они предусматривают только дворовые автостоянки. Сейчас многие семьи имеют не один, а несколько автомобилей и парковочные места для такого числа автотранспорта не предусмотрены нормами проектирования. Поэтому в этих микрорайонах целесообразно проектировать многоэтажные стоянки, для разгрузки дворовых территорий.

В местах с большой концентрацией автомобилей и плотной застройкой (Центральный рынок города, ТЦ «Дом Быта», «Пушкинский» и т.д.), где нет возможности увеличить площадь участков, занимаемых стоянками, устройство механизированных многоярусных парковок позволит решить данную проблему. В отличие от традиционных многоэтажных автостоянок, в данном случае не требуется дополнительного места для проезда автомобилей, разворотных площадок и проездных карманов. Благодаря автоматизированной транспортировке автомобиля непосредственно к

месту, увеличивается количество парковочных мест на конкретной территории. Например, при устройстве парковок роторного типа на месте двух автомобилей можно разместить восемь. [2]

При проектировании новых многоэтажных домов, торговых центров, офисных зданий следует предусматривать подземные стоянки, что позволит более экономно использовать территорию. К тому же подземные парковки более экологичные, чем наземные стоянки, так как выхлопные газы из них выводятся через системы вентиляции. Таким образом, значительно снижается концентрация вредных веществ в приземном слое воздуха. [3]

Существенно упростить проведение мероприятий по оптимизации количества парковочных мест поможет грамотное проектирование структуры перспективных территорий города на уровне градостроительного планирования территории. Количество стоянок нужно предусматривать с запасом, в виду увеличения темпа роста числа автомобилей.

При проектировании новых стоянок необходимо учитывать преимущества и недостаток каждого типа автостоянок, а также подобрать оптимальный вариант максимально эффективного использования особенностей конкретной территории.

Литература

1. Нехватка парковочных мест в мегаполисах - есть решение! // «ГеоНовации» - инновационные геосинтетические материалы. URL: <http://www.geonovation.ru/articles/reshenie-nehvatki-parkovochnyh-mest/> (дата обращения 21.08.16).
2. Строительство механизированных многоярусных парковок // Агентство по инновациям и развитию. Конкурс на лучшую инновационную идею. Архив идей. URL: <http://www.innoros.ru/innovation-idea4/ideas/stroitelstvo-mekhanizirovannykh-mnogoyarusnykh-parkovok> (дата обращения 21.08.16).
3. Особенности сооружения подземных парковок//Строй.Ру URL: http://www.stroy.ru/build/garage-other/publications_758.html (дата обращения 29.08.16).

Ключевые слова: автостоянки, автоматизированные парковки, многоуровневые парковки.

Keywords: parking lots, parking automated, multi-level parking.

Бородов Владимир Евгеньевич, доцент кафедры ПЗ, ПГТУ.

Юсупкина Евгения Викторовна, ст. гр. СТРб-44, ПГТУ.
E-mail: BorodovVE@volgatech.net

Borodov Vladimir Evgenevich, assistant professor of DB, VSTU.
Yusupkina Evgeniya Viktorovna, student gr. STRb-44, VSTU.
E-mail: BorodovVE@volgatech.net

Для цитирования:

Бородов В.Е. Парковки – актуальная проблема современного города / В.Е. Бородов, Е.В. Юсупкина // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 14 – 17.

Citation:

Borodov V.E. Parking - actual problems of the modern city / V.E. Borodov, E.V. Yusupkina // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 14 – 17.

УДК 551.22

О ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ЖИТЕЛЕЙ
СЕЛИТЕЛЬНЫХ ЗОН, ПОСЕЛЕНИЙ ХМАО ЮГРЫ, В РАЙОНАХ
ГАЗОНЕФТЕДОБЫЧИ

Е.А. Ефремова

Новочебоксарский медицинский центр, Чувашия

А.Н. Жиренков

Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

Аннотация

На основе материала ранее выполненных хозяйственных работ в рамках Федеральной целевой программы «Радон», а также с учетом экологических изменений вызванных интенсивными нефтегазодобычами в ХМАО ЮГРЫ, предложены направления по оздоровлению экологической обстановки поселений путем строительства зданий и сооружений с проветриваемой зоной расположенной на отметках первых этажей. Предложены направления строительства инженерных сооружений позволяющие снизить эксплуатационные расходы на непрерывные восстановительные работы объектов городской застройки в зоне локальных разломов земной коры.

ABOUT TOWARDS IMPROVING THE QUALITY LIFE OF
INHABITANTS OF RESIDENTIAL AREAS, SETTLEMENT KHAMAO
UGRA IN AREAS OF GAS-OIL PRODUCTION

Abstract

Based on material previously completed contractual work [1] in the framework of the federal target program "Radon", and c taking into account the environmental changes caused by intense gas-oil production KMAO UGRA, proposed directions for improvement of ecological situation of settlements through the construction of buildings and structures with ventilated area located at elevations first floors. Directions civil engineering structures that reduce the operating costs of continuous restoration work of urban development in the area of local crustal fault.

В связи с негативным влиянием разломных структур земной коры, наблюдаемых на территории Югры, на здоровье человека, на работоспособность инженерных систем объектов газонефтедобычи, на функционирование систем инфраструктуры жилых поселений, в настоящее время проведены комплексные исследования причин вызывающих нарушения при их воздействии. Исследования

выполнены на физических, геологических, геофизических, аэрокосмогеологических, медико-географических методов и материалов (рис. 1-5) [1].



Рис.1 Рис.2. Рис.3. Рис.4. Рис. 5-1 Рис.5-2

Примечания (А, Б):

А.	Рис.1. Фрагмент Таркосалинского месторождения залежей нефти	Рис.2. Фрагмент естественных природных зон участка с схемой магистрального трубопровода	Рис.3. Участки на которых содержание радоны выше ПДК (ПДК=200 Бк/м³)	Рис.4.Схемы разломных структур земной коры г.Сургута - зоны аварий инженерных сетей	Рис.5 -1 Распределение содержания радоны и его ДПР в приземном слое воздуха
----	---	--	--	--	--

Б. * - Пояснения к рис.1- 5 по литературному источнику - [1]:

- Рис.1. (Фрагмент космофотоснимка таркосалинского участка работ с нанесенными разломными структурами пересеченными трубопроводами)*
- Рис.2. (1—озера; 2—реки; 3—докальные разломные структуры; 4 - обследованные участки; 5-магистральный трубопровод; 6-коридоры коммуникаций; 7- границы залежей; 8- изогипсы пласта В14; 9-разведочные 9-разведочные скважины)*[1]
- Рис.3. (Модель распределения радоны и его дочерних продуктов распада в приземном слое воздуха г. Сургута по результатам измерений 1998 - 2000 гг.; полосы желтого цвета –докальные разломные структуры)* [1]
- Рис.4. (Фрагмент схемы г. Сургута с нанесенными локальными разломами, участками коллекторов, местами нарушений и аварий с провалами дорожного полотна: 1 - здания; 2 - дороги; 3 - места аварий; коллекторы: 4 — КК4 КК19, 5 - КК7, ГКНС; 6 - обводная линия (диаметр $d = 720$ мм); вставки: 7 - $d = 1400$ мм, 8 - $d = 1200$ мм; 9 - докальные разломные структуры)* [1]
- Рис.5-1. (Распределение содержания радоны и его ДПР в приземном слое воздуха г. Сургута по данным ЭРОЛ, измеренным с 9.00 до 13.00 ч в мае – сентябре - 1998г.: 1 - точки измерений ЭРОА и их значения; 2 - здания; 3 - изолинии с содержанием радоны)*[1]
- Рис.5-2 (Фрагмент топоосновы города с линеаментами и маршрутами исследований уровня гамма-излучения: 1 - точки с превышением гамма-фона по данным автомобильной съемки; 2 и 3 - точки с превышением гамма-фона по данным пешеходных съемок 1999 и 2000 годов; 4- пешеходные маршруты; 5-полосы локальных разломов структур.)*[1]

К причинам проявления аномальных явлений, связанных с наблюдаемыми подвижками (разломами) земной коры на территории Югры по-видимому следует отнести местонахождение ее территории. Югра расположена в Западно – Сибирской низменности, обуславливающей высокий уровень грунтовых вод при озерно-аллювиальных отложениях грунтов выраженных горизонтальной слоистостью, наличием прослоек растительного дейтрита,

погребенных торфов, переслаивающихся мелких песков и супесей. Высокий уровень подземных вод обуславливает почти полное водонасыщение минеральных грунтов. Площадь распространения заболоченной и заторфованной территории в Югре достигает 85 % ее территории. Поэтому негативное влияние заводненности ее территории, особенно подземные вод, содержащих как стабильные так и радиоактивные изотопы: Т - тритий и углерод с атомным весом 14 (^{14}C) и другие радиоактивные вещества например, радон [2] значительное, что негативно влияет на качества жизни жителей, постоянно проживающих в этой местности. По вопросу происхождения подземных вод существуют различные толкования, например: в IV в. до н.э. Аристотелем было замечено, что значительная часть подземных вод является продуктом местного процесса конденсации паров и явлений связанных с просачиванием атмосферных осадков через грунты и их накопления в пустотах грунтов основания. По содержанию (накоплению) в воде дейтерия и трития, в настоящее время, судят о возрасте территории ее пребывания. Находясь в Западно-Сибирской низменности, с почти плоским рельефом местности слабонаклоненным к северу, Югра находится в бессточной территории с высоким накоплением уровня грунтовых вод, количество осадков здесь превышает количество испарений.

В результате значительного скопления воды, уровень грунтовых вод часто выше назначаемой глубины заложения фундаментов. Скопление воды способствует накоплению загрязнений в подземных водах, почве и росту заболеваемости жителей различными болезнями, особенно проживающих в зонах локальных разломов грунта.



Рис. 6 Распределение случаев смертности от сердечно-сосудистых заболеваний
(Фрагмент схемы г. Сургута с нанесенными локальными разломами -
распределением случаев смертности от сердечно-сосудистых

заболеваний. 1 число случаев среди проживавших в подъездах домов более пяти лет; 1 - 4 - 6; 2• 3; 3 - 2; 4 - 1; 5 - микрорайоны города; 6 - локальные разломные структуры)

Значительное скопление молекул воды в грунтовых водах и в воздушной среде приводит к различным агрегатным состояниям воды, это отражается на свойствах гидратации в зависимости от количества и вида образующихся в воде связей (ионной и ковалентной, водородной и сил Ван дер Ваальса). Химико - физико-механический характер изменения этих сил отмечается в поле Лунного взаимодействия с заводненной массой, на земной поверхности рассматриваемой территории: Восточно-Таркосалинского, Федоровского месторождений нефти и газа и вблизи г.Сургута. Выполненные в настоящее время исследования проводились с использованием магнитоупругого, тензометрического и GPS- технологий метода [1], в результате установлена ритмичность повторения деформаций активного локального разлома земной коры вблизи г.Сургута (наблюдение за изменением деформаций проводили на системе трубопровода). По результатам исследований установлено: изменение деформаций трубопровода зависит как от угла наклона орбиты Луны, так и от направления разломных зон и конфигурации исследуемых участков местности, ритмы проявления деформаций совпадают с ритмами лунных приливных процессов. Следовательно: причиной нарушений работы трубопроводов, автодорог и другое, является проявление значительных деформаций в местах возникновения локальных разломных структур местности имеющих природное происхождение. Такое заключение подтверждают графики изменения приливных деформаций, зафиксированные с использованием GPS- приемников, они представлены на рис.7.

После завершения работ и при нефтегазодобыче, с целью увеличения нефтеотдачи, и поддержания пластового давления (ППД), в основание закачивают товарную воду и воду подземных водоносных горизонтов (сеноманская вода), что также способствует проявлению повышенной деформативности грунта в зонах локальных разломов, вызывая аварийные ситуации на дорогах, придомовых территориях и другое, одновременно повышается риск экологической безопасности зоны проживания. При этом также - дополнительно меняется и давление воды в фильтрующихся грунтах – неоднородных по глубине и осложненных линзами (Рис. 8).

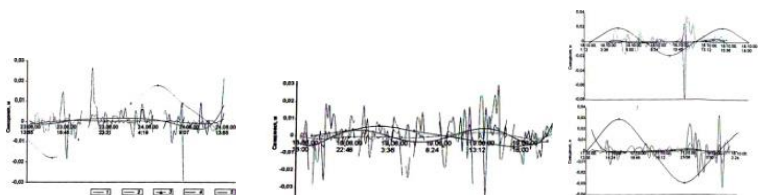


Рис.7. Графики приливных деформаций, зафиксированных на Сургутском полигоне с использованием GPS-приемников. Измерительные базы: а - 1 - 4 (точки расположены на бортах разлома), 6-5-9(расположение точек аналогично случаю а), в- 1-3 (одна точка на борту разлома, другая - внутри разломной зоны), Г - 2 - 4 (расположение точек аналогично случаю в) д - 2 - 3 - (точки расположены внутри разломной зоны), е - 7 - 3 (расположение точек аналогично случаю д ж - М1 - М2 (точки находятся вне локальной разломной структуры); кривые: 1б-5-9(расположение точек аналогично случаю а), - удлинения, 2 - превышения, 3 - приливов, 4 - полиномиальная превышений, 5 - полиномиальная удлинений)* [1]

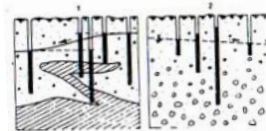


Рис.8.

Для поддержания автомобильных дорог, жилой инфраструктуры в разломных зонах территории Югры в рабочем состоянии, в настоящее время ежегодно расходуются значительные средства, однако при «слабых», часто заторфованных грунтах ($R_{гр} = 0,02 \dots 0,2$ МПа) и заболоченной территории ремонты в этих зонах носят непрерывный характер. Для снижения затрат на эксплуатационные расходы, вызванные необходимостью проведения восстановительных работ в разломных участках территории, мы предлагаем выполнить работы в следующей последовательности: 1-е определить зоны развития разломов на эксплуатируемой территории; 2-е выполнить опережающее (предварительное строительства, до ввода в эксплуатации объекта) строительство инженерных сооружений в этих зонах, необходимое при перемещении участков

территории вызванных природными особенностями территории. В качестве предлагаемых инженерных решений могут быть применены решения применяемые в мостостроении (рис. 9.)

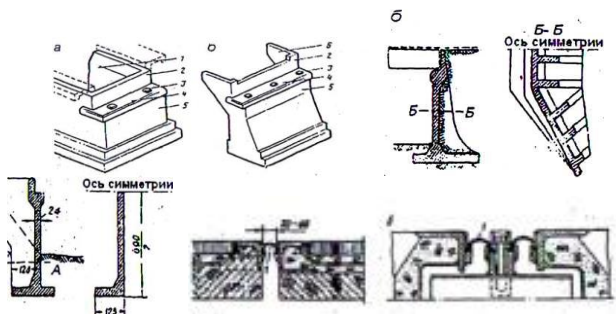


Рис.9.

В связи с тем, что скопление загрязнений территории, вызвано значительной обводненностью территории (почти полным водонасыщением минеральных грунтов близко расположенных к планировочной отметке земли) и наличием разломных зон, для повышения качества жизни жителей - необходимо наличие зоны проветривания в возводимых зданиях, которая может быть расположена на свободном участке сооружения - в уровне первого этажа. Примерами предлагаемого – удачного архитектурного решения строительства зданий служат строения комплекса «Вершина» в г.Сургуте (рис.10), старого Сургута (рис.11), реконструкция здания в Чехии (рис.12) и другие строения.



Рис.10.



Рис.11.



Рис.12.

Наличие проветриваемой зоны здания (свободный уровень первого этажа строения) способствует повышению качества жизни жителей так как отсутствует зона загрязнения (рис. 13, 14), одновременно повышается и привлекательность экстерьера здания.



Рис.13.



Рис.14.

Литература

1. Кострюкова Н.К. Кострюков О.М. Локальные разломы земной коры-фактор природного риска.- М.: Издательство Академии горных наук, 2002. – 239
2. Ретхати Л. Грунтовые воды в строительстве/ Пер. с англ. В.З.Махлина и Н.П. Ярцева; Под ред. В.А.Кирюхина.- М.: Стройиздат, 1989.-432 с.: ил.
3. Федорова Т.К. Физико-химические процессы в подземных водах.- недра, 1985.- 181. ил.
4. Жиренков А.Н., Ефремова Е.А. Вода как регулятор обменных процессов в природе. Северный регион: Наука, образование, культура. Научный и культурно- просветительский журнал №2(32) Том II СурГУ 2015. с.171-175

Ключевые слова: пластовое давление, лунная приливная динамика, подземные воды.

Key words: reservoir pressure, lunar tidal dynamics, groundwater

Ефремова Елена Александровна – врач высшей категории, 2-я городская больница, г. Чебоксары, ЧР

E-mail: zalex70588@mail.ru

Жиренков Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры строительных технологий и конструкций, Сургутский государственный университет

E-mail: zalex70588@mail.ru

Efremova Elena Aleksandrovna – Board Certified Physician, Municipal hospital, Cheboksary

E-mail: zalex70588@mail.ru

Zhirenkov Aleksander Nikolaevich – PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Building Technologies and Constructions, Surgut State University

E-mail: zalex70588@mail.ru

Для цитирования:

Ефремова Е.А. О пути улучшения качества жизни жителей селитебных зон, поселений ХМАО-Югры, в районах газонефтедобычи / Е.А. Ефремова, А.Н. Жиренков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 18 – 25.

Citation:

Efremova E.A. About towards improving the quality life of inhabitants of residential areas, settlement KHAMAO UGRA in areas of gas-oil production/ E.A. Efremova, A.N. Zhirenkov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 18 – 25.

УДК 004.92(075.8)

ЗОНЫ ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ КАК ПРЕДМЕТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

А.А. Исаев, Е.Г. Шумихина

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Аннотация

Рассмотрены зоны охраны объектов культурного наследия, которые сегодня являются предметом повсеместного проектирования с целью сохранения памятников истории и культуры, а также и той среды, в которой они расположены. Ставятся вопросы, на которые порой трудно найти однозначный ответ.

ZONES OF CONSERVATION OF CULTURAL HERITAGE AS A SUBJECT OF DESIGN

Abstract

Considered areas of protection of cultural heritage, which today are the subject of universal design in order to preserve the monuments of history and culture, as well as the environment in which they are located. Raises the question as to which are sometimes difficult to find a definite answer.

Правила создания зон охраны вокруг объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) давно существуют и действуют в нашей стране. Понятие охранной зоны впервые появилось в середине 20-х годов, и в дальнейшем неизменно подтверждалась необходимость их устройства. Впоследствии к ним прибавились правила для зоны регулирования, т. е. особых условий использования территорий с исторической застройкой. Это означало признание необходимости градостроительного подхода к задачам охраны памятников. Сочетание задач сохранения архитектурного наследия и охраны природы определило необходимость установления зон охраны и регулирования как природного, так и культурного ландшафта.

Все эти зоны как взаимоувязанная система различаются режимами их использования на основе исторически сложившегося своеобразия. Устанавливается конкретный регламент градостроительной деятельности, но всегда ли он выполняется?

В настоящее время зоны охраны делятся на охранные зоны, зоны регулирования застройки и хозяйственной деятельности, зоны

охраняемого природного ландшафта, кроме того выделяются территории памятников. Обязательность проектирования зон охраны. памятников архитектуры установлена Постановлением Правительства РФ от 12.09.2015 N 972 "Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации. Настоящее Положение устанавливает порядок разработки, согласования и утверждения проекта зон охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации и общие принципы установления требований к градостроительным регламентам в границах территорий указанных зон.

Охранная зона - это территория, непосредственно примыкающая к территории памятника, которая предназначена для обеспечения сохранности памятника и ближайшей к нему среды, целесообразного его использования и благоприятного зрительного восприятия. Величина и конфигурация охранной зоны определяются: с учетом окружающей застройки; условиями хорошей видимости памятника в пределах участка и на подходах к нему; требованиями современного использования памятника с учетом подъездов, пешеходных подходов и стоянок транспорта, мест сбора экскурсионных групп, размещения видовых площадок; условиями пожарной безопасности и др.

Охранная зона включает кроме территории памятника участки, необходимые для современного использования памятника, правильной его эксплуатации как музейного объекта, как культурно-зрелищного, административного, торгового и другого учреждения или жилища

В состав территории охранной зоны может быть включен участок прилегающего городского проезда для установления режима пользования транспортными средствами. Например, в Новгороде ограничено использование участка улицы, у церкви Федора Стратилата на Ручье, поскольку грунтовые условия при движении грузового транспорта создают колебания его основания, опасные для сохранности памятника.

Из пределов охранной зоны должны выводиться, но не всегда выводятся промышленные предприятия, ремонтные мастерские и склады, наносящие физический и эстетический ущерб памятнику, вызывающие значительные грузовые потоки, загрязняющие почву, атмосферу и водоемы. В охранную зону можно включить дорогу, но труднее сократить транспортный поток. Охранную зону можно обозначить проектом и даже издать постановление, но труднее её саму охранить, борясь с желаниями отдельных лиц построить здесь

нечто великое вопреки установленному регламенту. Так в Чебоксарах на ул. К. Воробьёвых возвели многоэтажное офисное здание между двумя памятниками, очень близко к ним, ни с кем и ни с чем не считаясь (см. фото 1). Тогда зачем все эти правила, которые мы не выполняем?

Зона регулирования застройки и хозяйственной деятельности -территория, находящаяся вокруг охранной зоны памятника, необходимая для сохранения или восстановления исторически сложившейся системы планировки, характера архитектурного или природного окружения памятника, значения его как сооружения, формирующего архитектурный облик населенного места и для обеспечения гармонического единства новой застройки с исторически сложившейся. В этих зонах имеется в виду необходимость регулирования всех видов строительства, в том числе благоустройства, озеленения, инженерного оборудования и инженерных сооружений. Зона регулирования (сокращённое наименование) распространяется на территорию, на которую памятники в своей совокупности оказывают влияние.

Эти зоны способствуют сохранению исторически сложившейся структуры города, закреплению значения в ней памятников архитектуры, формирующих своеобразные черты города, его внутригородских пространств, а также сохранению масштабных соотношений в планировке и застройке, по сути это зоны особых условий реконструкции, они служат сохранению единства памятников с окружающей их средой.

В зонах регулирования застройки регламентируются не только планировка и строительство зданий, но и строительство инженерных сооружений, а также благоустройство и озеленение территории.

Однако зоны регулирования в современной практике градостроительства зачастую игнорируются участниками градостроительной деятельности в интересах коммерческих или иных целей. Свежий пример в Чебоксарах: у Дома торговли по ул. К. Маркса заканчивается строительство многоэтажной (10 эт.) вставки между двумя корпусами МВД в зоне регулирования застройки недалеко от известных трёхэтажных объектов культурного наследия архитекторов Ведянина И.В. и Сергеева Ф.С. (см. фото 2). Кто несёт ответственность за подобного рода нарушения?

Для сохранения архитектурного облика исторических городов желательно восстанавливать старинные инженерные сооружения, оборонные валы и рвы, крепостные стены и башни, мосты, набережные, плотины и шлюзы, участки замощения и другое

достояние прошлого, если такое было.

Во многих городах сохранились и продолжают служить своему назначению старые мосты через реки, речки, овраги, крепостные рвы и ручьи. Например, реставрирован трехпролетный каменный мост через ров земляного кремля Бело-зерска, построенный в начале XVIII в., а также Дворцовый мост через Яузу в Москве. Многим известен грандиозный акведук Мытищинского водопровода, построенный в конце XVIII в., а также мост в Калуге через Березуйский овраг. Украшением Ленинграда наряду с мостами являются его гранитные набережные, построенные в конце XVIII в. Облик города характеризуют набережные Ярославля, Калинина, Углича. В городах, расположенных на пересеченной местности, можно видеть подпорные стены, лестницы (Горький, Торжок, Гороховец и др.). В Чебоксарах были деревянные дорожки, лестницы и небольшие мостики через маленькие речушки, впадающие в Волгу, и это тоже печать истории.

Сохранение исторически сложившегося единства городской застройки и природы, дальнейшее развитие и совершенствование этого единства - одна из важнейших задач реконструкции исторического города. С этой целью выделяют **зоны охраняемого ландшафта**.

Природные условия различны; у каждого города свои особенности сохранения и использования их, хотя основные составные части природного ландшафта примерно одни и те же. Это рельеф местности, водотоки, водоемы и разнообразная растительность, начиная от плотных лесных массивов и кончая обширными полями и лугами. Но ландшафт - результат деятельности человека. В городе, это все, что составляет городскую среду; за его пределами в ландшафт кроме природы входят поселки и села, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, сооружения коммунального хозяйства, Все элементы культурного ландшафта должны гармонично сочетаться с естественно-природными условиями, но они могут и нарушать их привлекательность.

Задача охраны ландшафта - выявить и сохранить, восстановить и поддерживать черты, наиболее близкие к тем, в единстве с которыми возникли, развивались и просуществовали века город, его застройка и благоустройство. Однако современная градостроительная практика частенько не внемлет этому. В г. Чебоксары мы уже игнорируем своеобразие ландшафта, засыпая овраги, как-будто нет других, более рациональных и функционально привлекательных решений. Так почему же мы допускаем нивелирование своеобразия, разрушение уникальности ландшафтной основы города?

Основное, что к нашему времени изменило исторические и природные черты ландшафта, — современная техника в ее разнообразных проявлениях и сооружениях. Новые жилые массивы, современные дороги и мосты, промышленные предприятия, линии электропередачи и многое другое, что связано с развитием научно-технического прогресса, может быть в разной степени ущербным для ландшафта, в зависимости от того, с каким вниманием и отношением к нему решается та или иная инженерно-техническая или архитектурная задача.



Фото 1



Фото 2

Многие города, характеризующиеся открытым ландшафтом, имеют большие внутригородские пространства, связанные с природными условиями. Например, Ленинград имеет развитую систему внутригородских открытых пространств - обширной дельты Невы, развитых каналов и крупных парков. В Ярославле большое внутригородское пространство (обостренная с обеих сторон долина

реки Которосли) сохранило природные черты ландшафта. А как привлекателен и в то же время сложен прибрежный ландшафт г. Чебоксары, также завладевший частью его территории.

Своеобразен ландшафт Тбилиси, расположенного на склонах гор вдоль р. Куры, благодаря чему с многих улиц и площадей открываются виды города в сочетании с рекой, со скалами, нависающими над водой, с окружающими город горами.

Не менее своеобразен ландшафт г. Чебоксары, где широкие овраги с юга собираются к северу в центральную (историческую) часть города, которая делится ими на три косогора (центральный, восточный и западный). Такой объёмно-пространственной композиции ландшафта нет больше нигде, поэтому она уникальна. Но и здесь, как и в случае с памятниками, мы не придаём значения уникальности – засыпаем овраги ради приобретения новых площадей под застройку в центре, как наиболее привлекательном месте города.

На территории охраняемого ландшафта возможна хозяйственная деятельность, не сопровождающаяся искажением ландшафта, не требующая возведения построек. Открытые поляны и луговые пространства могут быть использованы для эпизодических массовых празднеств и гуляний без строительства сооружений.

В числе мероприятий по охране ландшафта нужно иметь в виду предупреждение возможности резкого искажения вида входящих в ландшафт построек: селений, предприятий, дорожных и других сооружений. На них должны быть распространены ограничения, сформулированные в режиме использования зоны охраны ландшафта, подобные тем, которые включает в себе режим использования зоны регулирования застройки.

В перечень мероприятий по охране и использованию территории зоны охраняемого ландшафта должно входить: обеспечение благоприятных условий существования природных компонентов, рекультивация нарушенных участков, постепенное устранение дисгармоничной застройки и насаждений на наиболее ответственных участках, общее упорядочение системы зеленых насаждений, с раскрытием видовых площадок, створов и путей, с перекрытием неблагоприятных видов и перспектив.

Всё вышесказанное помогает лучше понять предмет, цели и задачи проектирования, а также тот факт, что проект и его реализация не всегда соответствуют друг другу.

Литература

1. Разработка историко-архитектурных опорных планов и

проектов зон охраны памятников истории и культуры исторических населённых мест. Министерство культуры РСФСР. Объединение «Росреставрация», М. 1990.

2. Постановлением Правительства РФ от 12.09.2015 N 972 "Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации.

Ключевые слова: объекты культурного наследия, памятники истории и культуры, зоны охраны: охранный зона, зона регулирования застройки, зона охраняемого природного ландшафта, проекты.

Keywords: cultural heritage, historical and cultural monuments, conservation areas: security zone, building regulation zone, a zone of a protected natural landscape projects.

А.А. Исаев, кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры и дизайна среды Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары.

Е.Г. Шумихина старший преподаватель кафедры архитектуры и дизайна среды Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары.

AA Isaev, architecture PhD, Associate Professor, Department of Architecture and Design Environment, Chuvash State University. IN Ulyanova, Cheboksary.

EG Shumikhina, Senior Lecturer, Department of Architecture and Design Environment, Chuvash State University. IN Ulyanova, Cheboksary.

Для цитирования:

Исаев А.А. Зоны охраны объектов культурного наследия как предмет проектирования / А.А. Исаев, Е.Г. Шумихина // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 26 – 32.

Citation:

Isaev A.A. Zones of conservation of cultural heritage as a subject of design / A.A. Isaev, E.G. Shumikhina // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 26 – 32.

УДК 697.113

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ ПРИ
ДЛИТЕЛЬНЫХ РЕЖИМАХ ИСПЫТАНИЙ В НАТУРНЫХ
УСЛОВИЯХ

А.Н. Макаров, П.Н. Муреев

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический
университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В статье рассматривается разработка измерительного комплекса контроля теплотехнических параметров наружной стены при длительных испытаниях в натуральных условиях, позволяющего сократить до минимума вероятность возникновения случайных погрешностей. Разработанная установка полезна при определении фактического сопротивления теплопередаче стен для последующей их реконструкции.

MEASURING SYSTEM OF THERMAL PARAMETERS OF
EXTERNAL WALLS WITH LONG TESTS IN NATURAL
CONDITIONS

Abstract

Development of measuring system of thermal parameters of external walls with long tests in natural conditions, allowing to minimize the risk of random errors, is discusses in the article. Developed setup is useful in determining the actual thermal resistance of the walls for subsequent reconstruction.

Рынок жилой недвижимости в России в настоящее время обновляется значительными темпами. Однако большую долю в жилом фонде по-прежнему составляют здания постройки 1960-1980 годов XX века (до 45% согласно данным Росстата), возведенные по ныне устаревшим требованиям преимущественно с наружными стенами из однослойной кирпичной кладки (40% согласно статистическим данным). За длительное время эксплуатации изменениям подвергались как внешние климатические условия, так и условия эксплуатации зданий. Все эти условия в конечном итоге приводят к существенному снижению теплозащитных характеристик наружных стен зданий. Путем решения данной проблемы является утепление зданий.

Перед проведением реконструкции по утеплению наружных стен необходимо знать фактические теплозащитные характеристик стен, а именно значение сопротивления теплопередаче, как основного теплофизического показателя.

Для получения достоверных данных при расчете фактического сопротивления теплопередаче необходимо проведение измерений, отвечающих ряду требований: измерения должны проводиться длительное время в натурных условиях, охватывать несколько участков стенового ограждения, не оказывать воздействие на теплофизические характеристики стены.

Известны устройства определения теплотехнических характеристик стенового ограждения при длительных режимах испытаний в натурных условиях, описанные в патентах на полезные модели [1-3]. Недостатком предполагаемых решений является то, что они не в полном объеме измеряют необходимые параметры для обработки экспериментальных данных. Например, при проверке на возможность конденсации влаги в толще исследуемого ограждения необходимо знать не только температуру воздуха по толщине стены, но и влажность, а также влажность внутреннего и наружного воздуха ($\varphi_{в}$, $\varphi_{н}$).

Таким образом, задачей исследования становится разработка измерительного комплекса, отвечающего вышеуказанным требованиям. Принципиальная схема разработанной установке показана на рис.1.

Технический результат достигается тем, что измерительный комплекс контроля теплотехнических параметров наружной стены включает датчики температуры (ДТП), датчики влажности (ДТВ) и датчик теплового потока (ДТП), установленные одновременно в нескольких помещениях в наружных стенах на равных расстояниях друг от друга с наружной и внутренней стороны, а также внутри стены, соединенные кабелем связи с центром управления, с помощью которого программируется длительность, периодичность и другие параметры сбора данных, с возможностью просмотра результатов измерений в режиме реального времени, а также после завершения обработки данных с которых вся информация считывается одновременно с последующей обработкой в ПК.

Датчики в толще стены помещались в предварительно пробуренные отверстия, после чего отверстия полностью заделывались цементно-песчаным раствором.

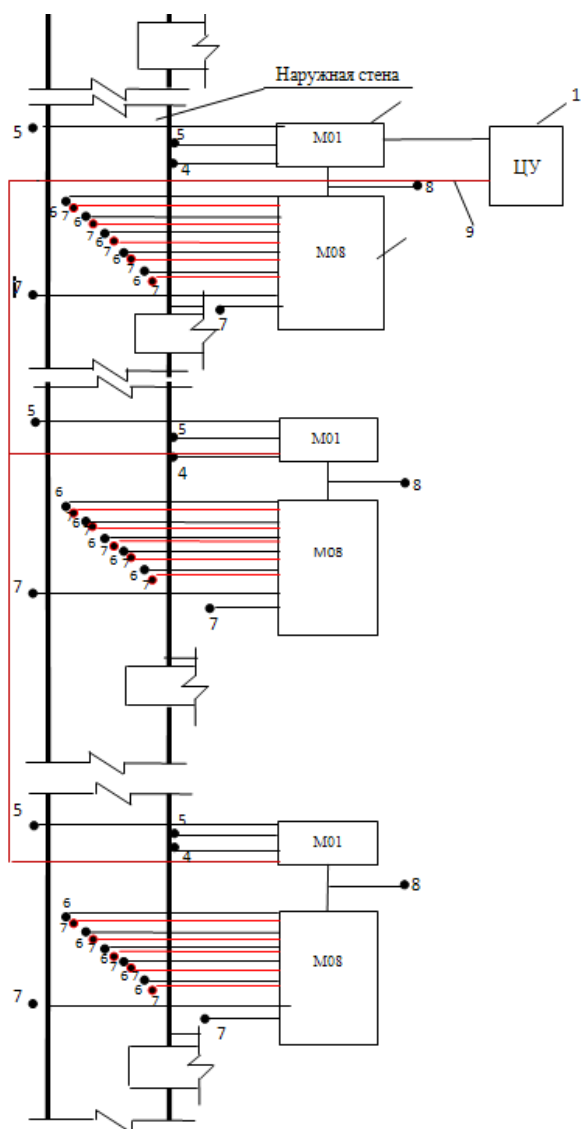


Рис. 1. Принципиальная схема измерительного комплекса

Измерительный комплекс включает в себя (см. рис.1.):

1. Теплограф (ЦУ)
2. Модуль М01
3. Модуль М08 (8/16) универсальный
4. Датчик теплового потока ПТП-1Б
5. Датчик t^0 поверхности ДТП-А1
6. Датчик t^0 среды ДТП-1,3
7. Датчик влажности и температуры ДТГ-2
8. Кабель связи (М01-М08)
9. Кабель связи (ЦУ-модуль)

Таким образом, разработанный измерительный комплекс отвечает всем поставленным критериям, позволяет анализировать данные по теплофизическому состоянию ограждения в течение длительного периода путем построения графиков изменения температурных полей и влажности в толще стены. Обследование нескольких участков наружной стены позволит сократить вероятность возникновения случайных погрешностей при обработке данных. Длительные измерения позволят проанализировать воздействия внешних климатических изменений и параметров микроклимата на теплозащитные характеристики стены.

Литература

1. Пат. Устройство для определения теплотехнических качеств ограждающих конструкций зданий и сооружений по температуропроводности в натуральных условиях/ П.Н. Муреев [и др.]. - №94709; опубл. 27.05.2010.
2. Пат. Устройство для определения теплофизических качеств ограждающих конструкций зданий и сооружений в натуральных условиях/ П.Н. Муреев [и др.]. - №124395; опубл. 20.01.2013.
3. Пат. Лабораторный комплекс для определения теплотехнических характеристик образцов стеновых ограждений при длительных режимах испытаний год и более в натуральных условиях/ П.Н. Муреев [и др.]. - №153276; опубл. 10.07.2015.

Ключевые слова: сопротивление теплопередаче, теплозащита, наружные стены, теплопроводность.

Keywords: thermal resistance, thermal insulation, exterior walls, thermal conductivity.

Макаров Александр Николаевич, проректор по административно-хозяйственной работе, ПГТУ, e-mail: MakarovAN@volgatech.net

Муреев Павел Николаевич, канд. техн. наук, доцент каф. ПЗ, ПГТУ, e-mail: pavel.mureev@yandex.ru

Makarov Aleksandr Nikolaevich, Vice-Rector for administrative work, VSTU, e-mail: MakarovAN@volgatech.net

Mureev Pavel Nikolaevich, c.t.s., assistant professor of DB, VSTU, e-mail: pavel.mureev@yandex.ru

Для цитирования:

Макаров А.Н. Измерительный комплекс контроля теплотехнических параметров наружной стены при длительных режимах испытаний в натурных условиях / А.Н. Макаров, П.Н. Муреев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 33 – 37.

Citation:

Makarov A.N. Measuring system of thermal parameters of external walls with long tests in natural conditions / A.N. Makarov, P.N. Mureev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 33 – 37.

УДК 72.04.01: 697.112

ПРИМЕНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ В БОРЬБЕ С МОСТИКАМИ ХОЛОДА

П.Н. Муреев, А.В. Иванов, В.А. Осокина, И.С. Сабанцева.

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», Россия, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола.

Аннотация

В статье обсуждается область гражданского строительства и объектом рассмотрения является исключение мостиков холода в зданиях. Для повышения энергоэффективности зданий необходимо исключить все возможные выходы тепла наружу. Поэтому в борьбе с мостиками холода предлагается использовать архитектурные элементы. Материал, представленный в статье, может открыть новые перспективы для дальнейших исследований. Этот материал будет интересен тем, кто работает в области архитектуры и проектирования зданий и сооружений.

THE USING OF ARCHITECTURAL ELEMENTS OF BUILDINGS IN THE FIGHT WITH COLD BRIDGES

Abstract

The paper under discussion covers the area of civil engineering and the object of consideration is the elimination of thermal bridges in buildings. To improve the energy efficiency of buildings is necessary to eliminate all possible exits heat outside. Therefore, in the fight against cold bridges are encouraged to use architectural elements. The material presented can open new prospects for further research. It seems to be interesting to those who work in the field of structural engineering and architecture.

В современном строительстве и проектировании зданий большое значение уделяется энергоэффективности. Это связано с высокой стоимостью энергоресурсов. Неэффективное их использование приводит к неразумным затратам как материальным, так и природным. Требования к реконструируемым и строящимся зданиям повышены и требуется использование эффективных стеновых конструкций [1].

Проектировщики решают эту задачу, используя различные многослойные конструкции и новые композитные материалы. Но мостики холода остаются, и часть энергии, затрачиваемой на

отопление здания, выходит в атмосферу. Этот вопрос интересен для нас. Его можно решить разными путями. Один из них заключается в применении в отделке фасадов различных архитектурных элементов, которые с одной стороны сделают интересным облик здания, с другой будут выполнять функцию утеплителя. То есть мы сможем решить сразу несколько задач [2,3,7,8,9].

Идеальной была бы ситуация, когда теплоизоляция устроена непрерывно по всему зданию. Но существуют места, где теплоизоляционную оболочку приходится прерывать. Мостиками холода являются участки ограждающей конструкции здания, имеющие пониженное термическое сопротивление. Это различные стыки стен, углы зданий, выступающие балки и плиты, оконные и дверные переемы, навесы, эркеры, выходящие наружу окончания бетонных элементов и другое. Основной характеристикой определяющей теплозащитные свойства ограждения зданий является термическое сопротивление R . Исследованию теплофизических свойств наружных ограждений посвящены работы и патенты [4,5,6].

Мостики холода могут стать огромной проблемой для здания. Во-первых, через них происходят большие теплотери, приводящие к повышенному энергопотреблению. Во-вторых, существует возможность накопления водного конденсата. В-третьих, существует риск повреждения строительных элементов. В-четвертых, из-за накапливающейся влаги есть вероятность появления плесневого грибка, приводящий к различным заболеваниям. Это очень важный вопрос, который мы не могли оставить без внимания. И как один из вариантов решения данной проблемы мы предлагаем использовать архитектурные элементы (рис.1), которые могут выполнять сразу две функции: эстетическую (архитектурную) и теплозащитную.

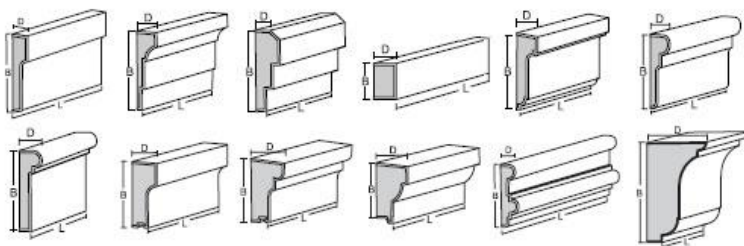


Рис. 1. Варианты профилей архитектурных элементов.

При разработке архитектурных элементов из теплозащитных материалов необходимо учитывать тот факт, что материал должен

быть долговечным, простым в изготовлении, недорогим и отвечающим эстетическим принципам здания.

В качестве примера предлагаем рассмотреть оконный узел (рис.2) с мостиками холода и подобрать для него подходящие архитектурные элементы, основываясь не только на теплозащитных свойствах, но и на пропорциональной зависимости и гармонии. Для этого оконный узел условно рассекаем пятью плоскостями (рис.2) и производим расчет термического сопротивления стенового ограждения по толщине (табл. 1).

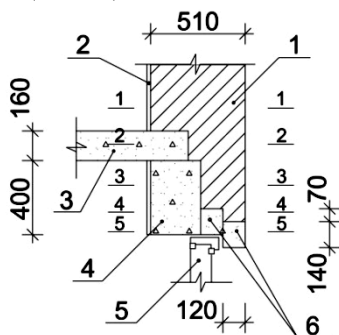


Рис. 2. Чертеж оконного узла.

1 – кирпичная стена, 2 – штукатурка, 3 – железобетонное перекрытие, 4 – железобетонная перемычка, 5 – оконный блок, 6 – железобетонная перемычка

Находим термическое сопротивление для каждого из сечений по формуле (1):

$$R_i = \sum_{i=0}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i};$$

(1)

где R_i – термическое сопротивление i -го слоя, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$; δ_i – толщина i -го слоя, м ; λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$.

Таблица 1. Теплотехнические характеристики материалов конструктивных элементов оконного узла

Наименование	δ, толщина слоя, м	λ, коэф. теплопроводности $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$	R, сопротивление теплопередачи сечения, $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$
Сечение 1-1			
Штукатурка	0,02	0,76	0,697
Кирпичная кладка	0,51	0,76	
Сечение 2-2			
Железобетонная плита	0,12	1,92	0,576
Кирпичная кладка	0,39	0,76	
Сечение 2-2 с архитектурным элементом			
Пенополистирол	0,10	0,04	3,076
Сечение 3-3			
Штукатурка	0,02	0,76	0,482
Железобетонная балка	0,27	1,92	
Кирпичная кладка	0,24	0,76	
Сечение 3-3 с архитектурным элементом			
Пенополистирол	0,08	0,04	2,482
Сечение 4-4			
Штукатурка	0,02	0,76	0,387
Железобетонная балка	0,27	1,92	
Железобетонная перемычка	0,12	1,92	
Кирпичная кладка	0,12	0,76	
Сечение 4-4 с архитектурным элементом			
Пенополистирол	0,06	0,04	1,887
Сечение 5-5			
Штукатурка	0,02	0,76	0,292
Железобетонная балка	0,27	1,92	
Железобетонная перемычка	0,24	1,92	
Сечение 5-5 с архитектурным элементом			
Пенополистирол	0,05	0,04	1,542

$$R_{\text{ср}} = 0,434 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} \right); R_{\text{ср}} < R_1, (0,434 < 0,697)$$

Выполнив расчет термического сопротивления стенового ограждения по толщине без архитектурного элемента, мы выявили, что если сравнивать R_1 сечения 1-1 с R_2, R_3, R_4, R_5 сечений 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, то значения термического сопротивления значительно ниже, и не соответствуют значению всей стены R_1 . Если сравнить среднее значение термического сопротивления $R_{ср}$ сечений 2-2, 3-3, 4-4, 5-5 с R_1 сечения 1-1, то также выясняется сильное расхождение значений. На основе этого можем сделать вывод, что в данном узле возникает мостик холода.

Следующим этапом анализа является рассмотрение оконного узла, с архитектурным элементом из пенополистирола (рис.2). По аналогии с предыдущим, производим расчет термического сопротивления стенового с архитектурным элементом (табл.1).

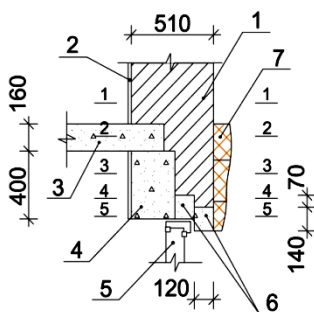


Рис. 2. Чертеж оконного узла с архитектурным элементом.

1 – кирпичная стена, 2 – штукатурка, 3 – железобетонное перекрытие, 4 – железобетонная перемычка, 5 – оконный блок, 6 – железобетонная перемычка, 7 – архитектурный элемент.

$$R_{ср}^{apx} = 2,247 \left(\frac{M^2 \cdot C}{B \cdot T} \right)$$

$R_{ср}^{apx} > R_{ср}$, $(2,247 > 0,434)$; $R_2^{apx} > R_2$, $(3,076 > 0,576)$; $R_3^{apx} > R_3$, $(2,482 > 0,482)$; $R_4^{apx} > R_4$, $(1,887 > 0,387)$; $R_5^{apx} > R_5$, $(1,542 > 0,292)$;

Выполнив расчет термического сопротивления стенового ограждения с архитектурным элементом по толщине, мы выявили, что если сравнивать сечение 1-1 с сечениями 2-2, 3-3, 4-4, 5-5 то значения термического сопротивления $R_2^{apx}, R_3^{apx}, R_4^{apx}, R_5^{apx}$ значительно выше значения всей стены R_1 . Это говорит о том, что благодаря

архитектурному элементу из пенополистирола, мы добились повышения значения термического сопротивления всего оконного узла, тем самым избавились от проблемы «мостика холода».

Далее составляем сравнительную таблицу (табл.2) для архитектурных элементов из различных теплоизоляционных материалов. В таблице сравниваются значения $\delta_{\text{ср}}$ – средняя толщина элемента, $R_{\text{ср}}$ архитектурного элемента, S – площадь сечения элемента, R единицы площади элемента. Из тех нами выбранных теплоизоляционных материалов архитектор может задать любую архитектурную форму элемента и, зная (R) единицы площади и площадь сечения (S) архитектурного элемента, может найти необходимое для расчета $R_{\text{ср}}$ архитектурного элемента.

Таблица 2. Теплофизические характеристики материалов используемых для теплозащитного архитектурного элемента

Материал	λ коэф. теплопроводности $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}\right)$	$\delta_{\text{ср}}$, м.	$R_{\text{ср}}$ архит. элемента $\left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right)$	S сечения, м^2	R единицы площади; $\left(\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}\right)$
Пенополистирол ПС-Б	0,04	0,077	1,93	0,06	0,321
Пенополиуретан	0,029	0,06	2,07	0,05	0,414
Газобетон	0,13	0,17	1,31	0,11	0,119
Пенобетон	0,18	0,20	1,11	0,12	0,093
Пеностекло	0,07	0,1	1,43	0,07	0,204
Полистирол бетон	0,15	0,18	1,20	0,12	0,1

Литература

1. Дмитриев А.Н., Монастырев П.В., Сборщиков С.Б.. Энергосбережение в реконструируемых зданиях. Научное издание – М.: Издательство АСВ, 2008. – 208с.
2. Куприянов В.Н. К вопросу о паропроницаемости ограждающих конструкций/ В. Н. Куприянов, И. Ш. Сафин, А. Г. Хабибуллина// ACADEMIA. Архитектура и строительство. –2009. – №5.
3. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967.

4. Патент РФ №2010132407/28, 02.08.2010. Муреев П.Н., Куприянов В.Н., Краева Т.И., Котлов В.Г., Муреев К.П. Способ оценки теплофизических характеристик ограждающих конструкций зданий и сооружений, выполненных из кирпича в зимний период по результатам испытаний в натурных условиях //Патент России №2454659. Бюл. №18.

5. Патент РФ №2014115067/28, 15.04.2014. Муреев П.Н., Андрианов Ю.С., Котлов В.Г., Павлов П.П., Куприянов В.Н., Герасимов Б.Г., Муреев К.П., Иванов А.В. Измеритель тепловых потоков //Патент России №146848. Бюл. №29.

6. Патент РФ №2014132293/28, 05.08.2014. Муреев П.Н., Куприянов В.Н., Андрианов Ю.С., Котлов В.Г., Макаров А.Н., Сабанцева И.С., Муреев К.П., Иванов А.В. Лабораторный комплекс для определения теплофизических характеристик образцов стеновых ограждений при длительных режимах испытаний год и более в натурных условиях // Патент России №153276. Бюл. №19.

7. Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепломассоперенос. – 2-е изд. – Гл.2. Теплопроводность. – И.: ИКЦ «Академкнига», 2002.

8. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – 5-е изд. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. – 256с.

9. Федосов С.В. Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2009.

Ключевые слова: мостик холода, энергоэффективность, архитектурный элемент, наружные стены.

Keywords: thermal bridges, energy efficiency, architectural element, exterior walls.

Муреев Павел Николаевич, к.т.н., доцент каф. ПЗ, ПГТУ, e-mail: pavel.mureev@yandex.ru

Иванов Андрей Владимирович, ассистент кафедры ПЗ, ПГТУ, e-mail: IvanovAVL@volgatech.net

Осокина Вера Анатольевна, доцент каф. ПЗ, ПГТУ, e-mail: OsokinaVA@volgatech.net

Сабанцева Ирина Сергеевна, старший преподаватель кафедры ПЗ, ПГТУ, e-mail: SabancevaIS@volgatech.net

Mureev Pavel Nicolaevich, c.t.s., associate professor of DB, VSTU,
e-mail: pavel.mureev@yandex.ru

Ivanov Andrey Vladimirovich, assistant department of DB, VSTU, e-
mail: IvanovAVL@volgatech.net

Osokina Vera Anatol'evna, associate professor of DB, VSTU, e-mail:
OsokinaVA@volgatech.net

Sabanceva Irina Sergeevna, a senior lecturer of the department of DB,
VSTU, e-mail: SabancevaIS@volgatech.net

Для цитирования:

Муреев П.Н. Применение архитектурных элементов зданий в борьбе с мостиками холода/ П.Н. Муреев, А.В. Иванов, В.А. Осокина, И.С. Сабанцева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 38 – 45.

Citation:

Mureev P.N. The using of architectural elements of buildings in the fight with cold bridges / P.N. Mureev, A.V. Ivanov, V.A. Osokina, I.S. Sabanceva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 38 – 45.

УДК 539.376

РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ УТЕПЛИТЕЛЯ НАРУЖНЫХ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РМЭ С УЧЕТОМ ИХ
КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

П.Н. Муреев, О. П. Макарова, ФГБОУ ВПО «Поволжский
государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола,
Россия

Аннотация:

Рассматривается вопрос целесообразности разработки территориальных строительных норм для РМЭ. Приводятся результаты теплотехнического расчета наружных стен в разных населенных пунктах РМЭ.

THE CALCULATION INSULATION THICKNESS OF
EXTERNAL CONSTRUCTIONS FOR DIFFERENT CITIES OF THE
MARI-EL REPUBLIC IN ACCORDANCE WITH CLIMATIC
PARAMETERS

Abstract:

The question of developing regional building codes for Mari-El republic are considered. The results of insulation thickness calculation of the exterior walls in different towns of the Mari-El republic are given.

На сегодняшний день, разработка территориальных строительных норм для Республики Марий Эл является актуальной задачей, которая повысит точность используемых климатических параметров при проектировании наружных ограждающих конструкций [1]. Цель работы – выявление различий климатических параметров в регионах РМЭ. Для подтверждения различий, в частности, среднегодовой температуры наружного воздуха были проанализированы данные за 2014 год.

В результате анализа данных, собранных для 10 населенных пунктов Республики Марий Эл (г. Йошкар-Ола, г. Волжск, г. Козьмодемьянск, г. Звенигово, п.г.т. Килемары, п.г.т. Оршанка, п.г.т. Новый Торъял, п.г.т. Сернур, п.г.т. Мари-Турек, п.г.т. Морки) было выявлено, что максимальная среднегодовая температура наружного воздуха зарегистрирована в г. Козьмодемьянске – 8,05°C, минимальная – в г. Волжске – 5,92°C. Таким образом, максимальная разница составляет 2,13°C. Максимальная разница температур с г.

Йошкар-Олой, климатические показатели которого рекомендованы для расчетов по всей РМЭ [2], равна 1,59°C. Необходимо отметить, что температура наружного воздуха изменяется не только по долготе, но и по широте (рисунок).



Таблица 1

2010-2014 г.г.	Йошкар-Ола	Козьмодемьянск
Среднегодовая t наружного воздуха, °C	7,51	8,05
Расчетная температура наружного воздуха, °C	-33	-26
Продолжительность отопительного периода, сут.	215	190
Средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °C	-4,9	-4,1
Градусо-сутки отопительного периода	5568,5	4769

Было рассмотрено три варианта конструкции наружной стены. Параметры слоев каждой из конструкций представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры слоев наружных стен

№ п/п	Материал слоя	К. теплопроводности, $Вт/(м^{\circ}C)$
1.	Цементно-известковая штукатурка $\delta=20$ мм	0,87
	Утеплитель (Плиты минераловатные $\rho=180$ кг/ $м^3$)	0,048
	Газобетон $\rho=600$ кг/ $м^3$ $\delta=300$ мм	0,22
	Штукатурный раствор сложного состава $\delta=6$ мм	0,70
2.	Цементно-песчаный раствор $\rho=1800$ кг/ $м^3$, $\delta=20$ мм	0,93
	Утеплитель (Плиты минераловатные $\rho=180$ кг/ $м^3$)	0,048
	Железобетон, $\delta=80$ мм	2,04
	Цементно-песчаный раствор $\rho=1800$ кг/ $м^3$, $\delta=20$ мм	0,93
3.	Кирпич керамический $\rho=1800$ кг/ $м^3$, $\delta=120$ мм	0,81
	Утеплитель (Плиты минераловатные, $\rho=180$ кг/ $м^3$)	0,048
	Кирпич керамический $\rho=1800$ кг/ $м^3$, $\delta=250$ мм	0,81
	Цементно-песчаный раствор $\rho=1800$ кг/ $м^3$, $\delta=120$ мм	0,93

Итоговая разница в толщине утеплителя для каждого варианта конструкции наружной стены представлена в таблице 3. Разница в среднегодовой температуре между рассмотренными населенными пунктами за 2014 г. составляет $0,54^{\circ}C$ (см. рис 1).

Таблица 3

Итоговая разница толщины утеплителя

Название несущего слоя стены	Толщина утеплителя, м		
	г. Йошкар-Ола	г. Козьмодемьянск	Δ , м
Газобетон	0,15	0,14	0,01
Ж/б панель	0,16	0,14	0,02
Кирпич керамический	0,14	0,12	0,02

Перепад среднегодовой температуры в $0,54^{\circ}C$ (по сравнению с г. Йошкар-Олой), а также учет различной продолжительности отопительного периода в рассматриваемых населенных пунктах

приводит к изменению толщины утеплителя в кирпичной стене на 2 см. Эта разница в толщине может повлиять на выбор типоразмера утеплителя (в большую или меньшую сторону). Стоит отметить, что расчетные данные базировались на среднегодовой (более высокой) температуре наружного воздуха, а не на температуре холодной пятидневки.

На данном этапе разработки территориальных строительных норм следует продолжать исследования климатических условий в выбранных районах РМЭ для разработки официальных документов.

Литература

1. Макарова, О. П. Обоснование необходимости разработки ТСН для Республики Марий Эл / О. П. Макарова, П. Н. Муреев // XIX Вавиловские чтения: материалы международной научной конференции / под общей ред. проф. В. П. Шалаева. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – 410 с.
2. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология (утв. Приказом Мин. регион. развития РФ). – М.: Минрегионразвитие, 2012. – 109 с.
3. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. (утв. Приказом Минрегиона России от 30.06.2012 N 265). – М.: Минрегион России, 2012. – 95 с.

Ключевые слова: климат, утеплитель, ТСН

Keywords: climate, insulation, territorial building codes

Муреев Павел Николаевич, к.т.н., доц. каф. проектирования зданий ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, e-mail: pavel.mureev@yandex.ru

Макарова Оксана Павловна, магистрант гр. СТРм-24 ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола,

Mureev Pavel Nikolaevich, c.t.s., assistant professor of DB, VSTU, e-mail: pavel.mureev@yandex.ru

Makarova Oksana Pavlovna, undergraduate c. STRm-24 "Volga State University of Technology", Yoshkar-Ola,

Для цитирования:

Муреев П.Н. Расчет толщины утеплителя наружных ограждающих конструкций для различных населенных пунктов РМЭ с учетом их климатических параметров/ П.Н. Муреев, О.П. Макарова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 46 – 50.

Citation:

Mureev P.N. The calculation insulation thickness of external constructions for different cities of the mari-el republic in accordance with climatic parameters/ P.N. Mureev, O.P. Makarova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 46 – 50.

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УДК 624.011.01

РАБОТА КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ ПОЛКИ СО СТЕНКОЙ МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННОЙ БАЛКИ С РЕБРАМИ ЖЕСТКОСТИ В ВИДЕ ПОЛУЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ГОФРОВ

А.А. Актуганов

ФГБОУ ВО «Чебоксарский институт. филиал Московского политехнического университета, г. Чебоксары, Россия

А.Н. Актуганов, О.А. Актуганов

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

Рассматривается работа клеевого соединения полки со стенкой тонкостенной металлодеревянной балки. Приводятся результаты численных и экспериментальных данных податливости клеевого соединения.

WORK OF GLUE CONNECTION OF THE SHELF WITH THE WALL OF THE METALWOODEN BEAM WITH STIFFENING RIBS IN THE FORM OF SEMI-CYLINDRICAL CORRUGATIONS

Abstract

Work of glue connection of the shelf with a wall of a thin-walled metalwooden beam is considered. Results of numerical and experimental data of a pliability of glue connection are given.

Применение стальных балок приводит к значительному расходу стали, увеличению трудоемкости изготовления, а так же при строительстве мансардных этажей возникают «мостики» холода. Конструкции балок из древесины, в частности волнистой фанерной стенкой также обладают высокой стоимостью и трудоемкостью изготовления.

Применение стальных балок приводит к значительному расходу стали, увеличению трудоемкости изготовления, а так же при строительстве мансардных этажей возникают «мостики» холода. Конструкции балок из древесины, в частности волнистой фанерной стенкой также обладают высокой стоимостью и трудоемкостью изготовления.

Металлодеревянная балка двутаврового сечения состоит: пояса из деревянных брусьев, стенка из оцинкованной тонколистовой стали толщиной от 0,5 до 2 мм (рис. 1). Пояса из деревянных цельных или клееных брусьев, а стенки из тонколистовой оцинкованной стали с гибкостью 200...500. Устойчивость стенки обеспечивается гофрами

полуцилиндрической формы с разной ориентацией, относительно плоскости стенки [1]. Металлодеревянная двутавровая балка включает верхний 1 и нижний 2 пояса из древесины и металлическую стенку 3 с поперечными гофрами из оцинкованной стали. Для обеспечения местной устойчивости в стенке выштампованы поперечные гофры в виде полуцилиндра радиусом r , который равен высоте гофра f . Гофры ориентированы в разные стороны относительно оси балки. Для крепления стенки балки 3 к поясам 1 и 2 в последних выполнен пропил 5 и цилиндрические углубления 6, в которые вставлены плоские и гофрированные участки кромок стенки 3, при этом гофры 4 зафиксированы в углублениях 6 цилиндрическими нагелями 7. (рис. 1).

В настоящей статье рассматривается работа клеевого соединения тонкой металлической стенки и деревянного пояса двутавровой балки с ребрами жесткости в виде выштампованных полуцилиндрических гофр [2] (рис. 2).

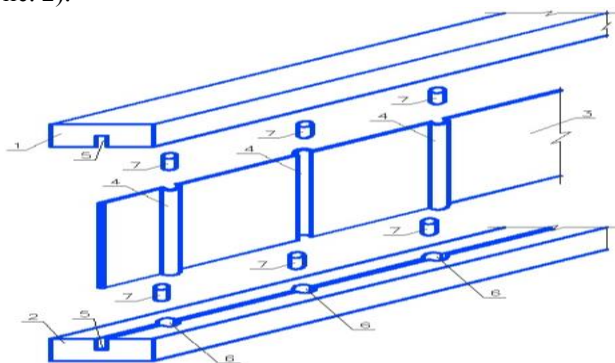


Рис. 1. Фрагмент балки в момент ее изготовления

Стенка балки в основном работает на сдвиг и восприятие поперечной силы. Ребра жесткости в виде полуцилиндрических гофр воспринимают поперечные усилия или сосредоточенные локальные усилия, которые приложены на верхний пояс балки. Для обеспечения местной устойчивости стенки предусмотрено устройство полуцилиндрических гофров в ортогональном направлении путем выгиба тонкого стального листа. В зоне максимальных поперечных сил, т.е. в опорной зоне, шаг гофров уменьшается. Участки стен между гофрами рассматриваются как тонкие пластины, работающие за пределами упругой работы в закритической стадии, а сами гофры – как цилиндрические панели оболочки. Сдвигающие усилия

воспринимаются клеевым соединением пояса со стенкой и поперечными гофрами и деревянными нагелями.

Соединения пояса со стенкой являются наиболее ответственными в тонкостенных металлодеревянных двутавровых балках. Важным вопросом при разработке расчетной модели такой балки является выбор типа соединения: податливого или, напротив, жесткого. Изучение этого аспекта в натурных испытаниях и сравнение результатов с данными компьютерного моделирования стало главной задачей исследования. Сложность работы данного соединения объясняется анизотропией строения, малой прочностью древесины при скалывании, растяжении поперек волокон и смятии. При выборе соединения полки со стенкой были приняты соединения со связями, работающими на сжатие и на изгиб. Соединение полки со стенкой было выполнено на клею и в местах установки поперечных полуцилиндрических гофров дополнительно усилено путем установки деревянных нагелей.

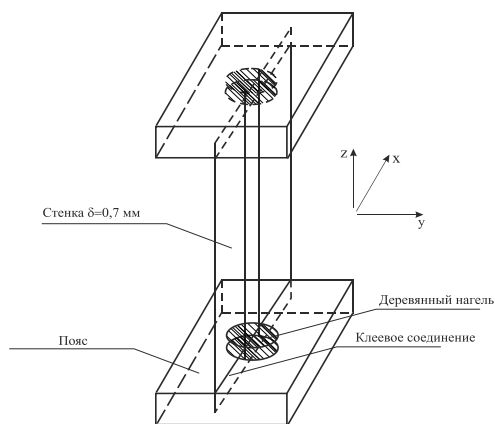


Рис. 2. Клеевое соединение стенки с поясом

Основная функция клея – скрепление стенки с полкой и нагеля с полуцилиндрическими гофрами между собой и сохранение соединенных частей в эксплуатационных условиях в соответствии с конструктивными требованиями. Выполняя эту роль, адгезивные материалы позволяют решать многие проблемы, связанные с формированием соединения, упрощают и ускоряют процессы сборки, создают возможности для самого разнообразного конструирования. Несомненно, процесс склеивания во многих случаях является более

рациональным и экономичным, чем традиционные методы неразъемного соединения деталей.

В ранее проведенных исследованиях указывалось, что все соединения деревянных конструкций являются податливыми, за исключением клеевых [3]. Для подтверждения того, что клеевое соединение тонкой металлической стенки, установленной в пазы деревянных полок тонкостенной металлодеревянной балки, является жестким были проведены экспериментальные исследования работы и численный расчет соединения методом конечных элементов. Полки моделировались восьмиузловыми объемными изопараметрическими элементами, а тонкая стенка и клеевое соединение плоскими четырехузловыми элементами.

Результаты экспериментальных исследований и численного расчета деформации стенки приведены на рис. 3, 4. Величина деформации стенки в плоскостях «X» и «Y» измерялась на расстоянии 50 мм от поясов, на котором стенка работает в закритической стадии. Это расстояние больше $S = 0,5t_w \sqrt{E / R_y}$, на котором стенка работает в упругой области. Деформация стенки произошла из-за образования диагональных волн в отсеках стенки между ортогональными гофрами. В полуцилиндрических гофрах при работе на сдвиг деформации цилиндрической стенки гофров произошли из-за появления меридиальных и радиальных волн.

Деформация клеевого соединения полки со стенкой и гофрами при испытании балки на изгиб сосредоточенными нагрузками «F», приложенными в 1/3 пролета приведена на рис. 3, 4. Сдвига и разрушения клеевого соединения полки со стенкой, гофрами и в местах установки нагеля не наблюдалось (рис. 5). Сдвиг соединения в плоскостях «X» и «Y» в основном произошел из-за смятия древесины поясов в местах установки гофров, усиленных деревянными нагелями.

Другими важными факторами клеевого соединения являются водостойкость, стойкость против загнивания и воздействия ряда химически агрессивных сред, что обеспечивает долговечность клеевых элементов. Эти соединения технологичны и их осуществление без затруднений автоматизируется, требуя ограниченных трудозатрат. Клеевые соединения не утяжеляют конструкции, обладают высокой прочностью, часто превышающей прочность механического крепления. В соединениях древесины с тонкой оцинкованной сталью на эпоксидном клею, как и в клеевых соединениях деревянных конструкций, не возникает сдвиг, т.е. соединение является жестким, а деревянные пояса можно

рассматривать как элементы цельного сечения, что подтверждено в работах [4, 5].

Результаты численного исследования на ЭВМ (штриховая линия) и экспериментального исследования (сплошная линия) приведены на рис 3 ... 4.

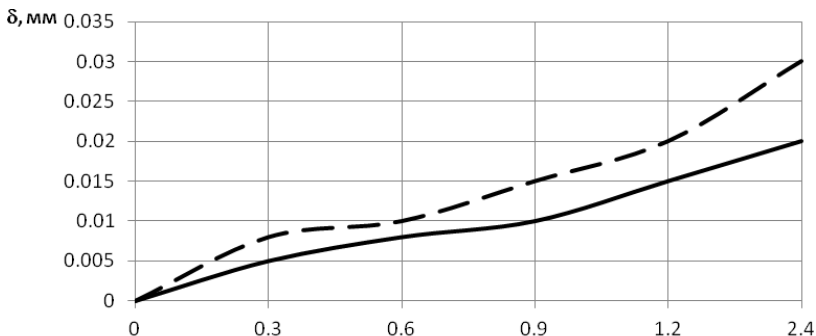


Рис. 3. Деформация клеевого соединения по оси «X»:

Как видно из проведенных испытаний и численного моделирования (рис. 3, 4) деформация клеевого соединения имеет достаточно малую величину. Податливость соединения так мала, что клеевое соединение можно рассматривать как монолитное соединение. Клеевое соединение пояса со стенкой в тонкостенной металлодеревянной балке можно рассчитывать как жесткое, а пояса как цельное сечение, включая в расчет устойчивую часть стенки. Таким образом, соединение полок с тонкой стенкой из оцинкованной стали на эпоксидных смолах можно принимать как жесткое.

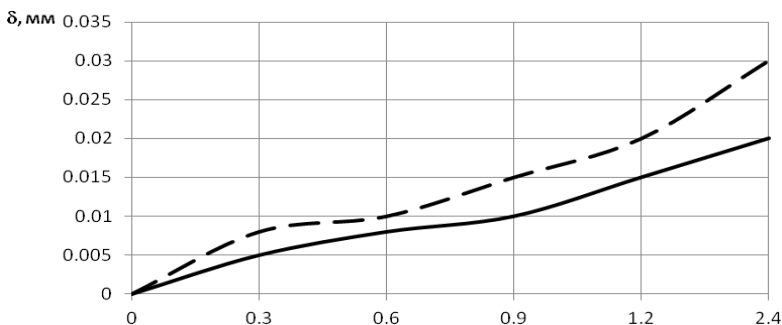


Рис. 4. Деформация клеевого соединения по оси «Y»:



Рис. 5. Состояние клеевого соединения после испытания балки на изгиб

Вывод: При расчете и проектировании тонкостенных металлодеревянных балок с ребрами жесткости в виде полуцилиндрических гофров, клеевое соединение поясов со стенкой необходимо рассчитывать как жесткое.

Литература

1. Кузнецов И.Л., Актуганов А.А., Трофимов А.П. Металлодеревянная двутавровая балка. Патент РФ №2382855 МПКЕ04С3/29, «Бюллетень» № 6 от 27.02.2010.

2. Кузнецов И.Л. Разработка и исследование металлодеревянной двутавровой балки / Кузнецов И.Л., Актуганов А.А., Трофимов А.П. Известия КазГАСУ, №1(13). – Казань: ПМО КазГАСУ, 2010 г. – с. 117 – 121.

Ключевые слова: клеевое соединение, металлическая тонкая стенка, деревянные пояса, сдвиг, податливость, деформация.

Keywords: glue connection, metal thin wall, wooden belts, shift, pliability, deformation

Актуганов Александр Анатольевич, канд. техн. наук, доцент кафедры строительных производства, спец. 05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения ФГБОУ ВО "Чебоксарский институт филиал Московского политехнического университета",

Россия, 424000, Чувашская Республика, г. Чеоксары, ул. К. Маркса, 54
Тел. +7(8352) 62-05-60, факс: +7(8352) 62-05-60 эл. почта:
Alexander.White@mail.ru

Актуганов Анатолий Николаевич канд. техн. наук, доцент
кафедры строительные конструкции и водоснабжения, спец. 05.23.01
Строительные конструкции, здания и сооружения, ФГБОУ ВО
"Поволжский государственный технологический университет".
Россия, 424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
Тел. +7(8362) 45-53-90, факс: +7(8362) 45-53-90 эл. почта:
AktughanovAN@mail.ru

Актуганов Олег Анатольевич, канд. техн. наук, доцент кафедры
строительные конструкции и водоснабжения, спец. 05.21.01
Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства, ФГБОУ ВО
"Поволжский государственный технологический университет".
Россия, 424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
Тел. +7(8362) 45-53-90, факс: +7(8362) 45-53-90 эл. почта:
AktuganovOA@marstu.net

Aktuganov Alexander Anatolevich
candidate of technical sciences, associate professor of building
constructions and foundation, spec. 05.23.01 Construction designs,
buildings and constructions
54, Karla Marksa str., 428000, Cheboksary, Russia.
Тел. +7(8352) 62-05-60, факс: +7(8352) 62-05-60 эл. почта:
Alexander.White@mail.ru

Aktuganov Anatoliy Nicolaevich
candidate of technical sciences, associate professor of building
constructions and foundation, spec. 05.23.01 Construction designs,
buildings and constructions
Volga State University of Technology
3, Lenina sqr., 424000, Yoshkar-Ola, Russia.
Тел. +7(8362) 45-53-90, факс: +7(8362) 45-53-90 эл. почта:
AktughanovAN@mail.ru

Aktuganov Oleg Anatolevich
candidate of technical sciences, associate professor of building
constructions and foundation, spec. 05.21.01 Technology and cars of
timber cuttings and forestry
Volga State University of Technology
3, Lenina sqr., 424000, Yoshkar-Ola, Russia.
Тел. +7(8362) 45-53-90, факс: +7(8362) 45-53-90 эл. почта:
AktuganovOA@marstu.net

Для цитирования:

Актуганов А.А. Работа клеевого соединения полки со стенкой металлодеревянной балки с ребрами жесткости в виде полуцилиндрических гофров / А.А. Актуганов, А.Н. Актуганов, О.А. Актуганов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 52 – 59.

Citation:

A.A. Aktuganov Work of glue connection of the shelf with the wall of the metalwooden beam with stiffening ribs in the form of semi-cylindrical corrugations / A.A. Aktuganov, A.N. Aktuganov, O.A. Aktuganov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 52 – 59.

УДК 624.014.(075.8)

ПОДАТЛИВОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ ПОЛКИ СО СТЕНКОЙ СТАЛЬНОЙ БАЛКИ ИЗ ЛСТК

А.Н. Актуганов, О.А. Актуганов

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический
университет» г. Йошкар-Ола, Россия

А.А. Актуганов

ФГБОУ ВО «Чебоксарский институт. филиал Московского
политехнического университета, г. Чебоксары Россия

Аннотация

Рассматривается работа соединения полки со стенкой тонкостенной металлической балки из ЛСТК на ССВ. Приводятся результаты численных, теоретических и экспериментальных данных податливости соединения.

PLIABILITY OF CONNECTION OF THE SHELF WITH THE WALL OF THE STEEL BEAM FROM LSTK

Abstract

Work of connection of the shelf with a wall of a thin-walled metal beam from LSTK on SSV is considered. Results of numerical, theoretical and experimental data of a pliability of connection are given

В настоящее время в строительной отрасли известно довольно много соединений ЛСТК: при помощи самонарезающих винтов, заклепок и болтов, а также комбинированием указанных видов. В зарубежной литературе часто фигурирует обозначение «механический крепеж», обозначающее подобные типы крепежных элементов.

Ограничение в применении сварки в ЛСТК обусловлено применением высокопрочных сталей и оцинкованного покрытия профилей, а также, высокими энергозатратами, дефицитом квалифицированных специалистов и необходимостью в физических методах контроля качества сварных швов. [1]

В существующих конструктивных решениях для соединения элементов из холодногнутых профилей используются в основном самонарезающие винты. Самосверлящие самонарезающие винты устанавливаются без предварительного выполнения отверстий, что обеспечивает высокую производительность монтажа. Для установки самонарезающих винтов без сверлящего наконечника требуется предварительно просверлить отверстия, диаметр которых на 0,5-0,8 мм меньше диаметра стержня винта в зависимости от толщины соединяемых элементов. Если допуск на требуемый диаметр

отверстия под самонарезающий винт не соблюдается, несущая способность винтового соединения существенно снижается. Особенностью данного типа соединения является возможность осуществления соединения элементов, имея лишь односторонний доступ к ним.

Одним из основных вопросов, возникающих при проектировании ЛСТК, является определение влияния деформативности болтовых соединений на напряженно-деформированное состояние этих конструкций. Таким образом, податливость узловых соединений – это повышенная деформативность соединения на малом по отношению к высоте сечения участке длины стыка по сравнению с деформативностью стыкуемых элементов. По физической сути податливость соединения равна смещению, вызванному единичной силой при сжатии – растяжении, сдвиге или повороте. Местная податливость – взаимное смещение (проскальзывание) стыкуемых элементов, обусловленное местными деформациями в зоне каждой силовой точки соединения под нагрузкой [2].

Решение вопроса, связанного с учетом ограничения податливости узловых соединений на самонарезающих винтах при расчете конструкций из оцинкованных холодногнутых профилей, может привести к значительному эффекту. В настоящее время не сформулирован и не реализован практический подход к решению данной задачи [3].

В настоящее время строительные конструкции рассчитываются и проектируются по российской системе нормативных документов (СП), в основу которой положены метод расчета конструкций по предельным состояниям и определение нормативных показателей прочности и деформативности строительных материалов по утвержденной системе национальных стандартов (ГОСТ). На основании этих стандартов заводы выпускают строительные материалы, для которых в СП установлены соответствующие коэффициенты надежности по материалу. Кроме того, переход от нормативных значений к расчетным значениям сопротивлений тех или иных материалов производится на основании принятой в России системе коэффициентов безопасности. Эти коэффициенты отличаются от принятых в Eurocode.

Следовательно, унификации систем нормирования, требуется разработка такой методики расчета соединений ЛСТК, которая была бы адаптирована к Российским условиям, что позволит повысить эффективность строительства, а также обеспечить надежность и безопасность строящихся объектов.

Экспериментальное изучение характера разрушения и работы на срез соединений на вытяжных заклепках и самосверлящих самонарезающих винтах. Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры «Строительных конструкций и водоснабжения» ФГБОУ ВО ПГТУ.

На начальной стадии нагружения образца происходил наклон крепежного элемента, смятие базового материала в виде местной потери устойчивости листа и локального выгиба у стержня крепежного элемента. Отказ по смятию сопровождался значительными пластическими деформациями. При отказе по срезу крепежного элемента в соединениях на вытяжных заклепках наблюдались заметные пластические деформации заклепки, в то время как отказ по винту носил хрупкий характер.

Результаты испытаний многовинтовых соединений на срез при различном количестве и расположении крепежных элементов (рис. 1) показали, что приведенная на единицу крепежа несущая способность соединения различна, что говорит о неравномерности включения в работу ССВ. То есть первый к точке приложения нагрузки ряд крепежных элементов нагружается раньше других.

При срезе крепежного элемента выполнение расчетов следует выполнять по критерию 1а, то есть достижению предела прочности крепежного элемента – достижению разрушающей нагрузки N_{max} .

В ходе исследования, было подтверждено, что различные типы соединений (в данном случае заклепочные и винтовые), ввиду отличий в геометрии, материале крепежа и особенностях работы, различных типов отказов, в дополнение методикам Eurocode и СП 16.13330.2011 требуют принятия коэффициентов надежности по материалу γ_m , значения которых приведены в табл.1.

Таблица 1

Коэффициенты надежности по материалу γ_m	
Тип крепежа и характер работы соединения, тип отказа соединения	γ_m
<u>Вытяжные заклепки, работающие на срез</u>	
Прочность на срез	1.1
<u>Самонарезающие винты, работающие на срез</u>	
Прочность на смятие	1.1

Для учета исключения эффекта наклона винта при работе двухсрезного соединения, следует ввести повышающий коэффициент $k=1.2$. Таким образом, податливость двухсрезных соединений рекомендуется определять по формуле $\lambda = \sum[(\lambda_{\text{в}} + \lambda_{\text{л}}) \cdot N] \cdot \gamma_{\text{м}} \cdot k$, где $\lambda_{\text{в}}$ - податливость винта, мм; $\lambda_{\text{л}}$ - податливость листа, мм; N - нагрузка, Н; $\gamma_{\text{м}}$ - коэффициент надежности по материалу; k - повышающий коэффициент для двухсрезного соединения.

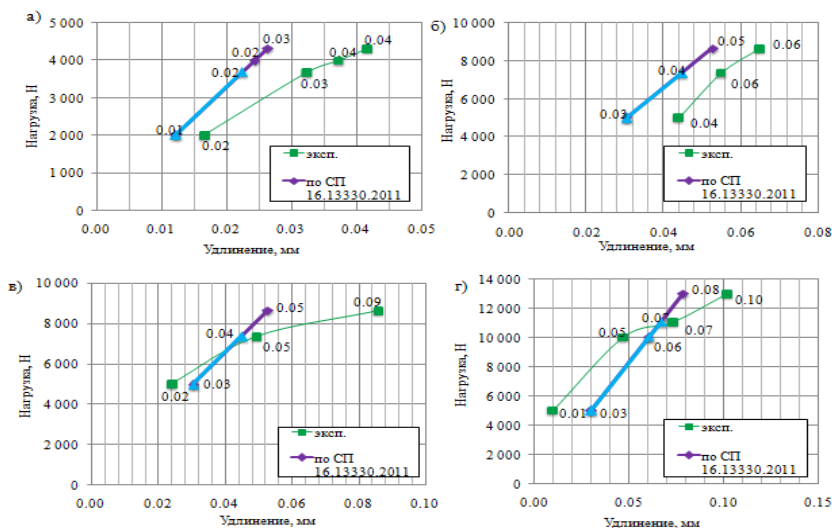


Рис. 1 Результаты экспериментальных исследований соединений при работе на срез:

- а) на одном ССВ; б) на двух ССВ (расположенных по диагонали); в) на двух ССВ (расположенных в один ряд); г) на трех ССВ (расположенных в шахматном порядке).

Результаты испытаний многвинтовых соединений на срез при различном количестве и расположении крепежных элементов показали, что приведенная на единицу крепежа несущая способность соединения различна, что говорит о неравномерности включения в работу ССВ. То есть первый к точке приложения нагрузки ряд крепежных элементов нагружается раньше других.

Были рассчитаны податливость соединения полки со стенкой тонкостенных двутавровых балок из ЛСТК на ССВ, результаты расчета приведены в табл. 2

Таблица 2

Сравнительные значения податливости

N, Н	Δ, мм		
	экспериментальное	по СП 16.13330.2011	с учетом коэф. <i>k</i>
Соединения на винтах			
4324	0.04	0.03	0.04
8648	0.07	0.05	0.07
8648	0.09	0.05	0.07
12972	0.10	0.08	0.10

1. Павлов А.Б. Болтовые монтажные соединения в стальных строительных конструкциях [Текст] / А.Б. Павлов, В.М. Бабушкин // сборник трудов «Труды института к 100-летию со дня рождения академика Н.П. Мельникова». -Эдисон. – 2008. – С. 153 – 177.

2. Кожевников В.Ф. Расчет местной податливости элементов многорядного двухсрезного болтового соединения // Ученые записки ЦАГИ. 1982. №1. С.57 – 63.

3. Кунин Ю.С. Усиление и расчет стальных конструкций из тонкостенных холодногнутых профилей с учетом податливости узловых соединений / Кунин Ю.С., Колесов А.И., Ямбаев И.А., Морозов Д.А./ Вестник МГСУ. – 2012. – №11. С. 74 – 81.

Ключевые слова: соединение, самосверлящие самонарезающие винты, ЛСТК, сдвиг, податливость, деформация.

Keywords: glue connection, metal thin wall, wooden belts, shift, pliability, deformation

Актуганов Анатолий Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры строительных конструкций и водоснабжения, спец. 05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Россия, 424000, Республика Марий Эл, г.Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Тел. +7(8362) 45-53-90, факс: +7(8362) 45-53-90 эл. почта: AktughanovAN@mail.ru

Актуганов Олег Анатольевич, канд. техн. наук, доцент кафедры строительных конструкции и водоснабжения, спец. 05.21.01 Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Россия, 424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Тел. +7(8362) 45-53-90, факс: +7(8362) 45-53-90 эл. почта: AktuganovOA@marstu.net.

Актуганов Анатолий Николаевич канд. техн. наук, доцент кафедры строительных конструкции и водоснабжения, спец. 05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Россия, 424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Тел. +7(8362) 45-53-90, факс: +7(8362) 45-53-90 эл. почта: AktughanovAN@mail.ru

Aktuganov Anatoliy Nicolaevich
candidate of technical sciences, associate professor of building constructions and foundation, spec. 05.23.01 Construction designs, buildings and constructions

Volga State University of Technology

3, Lenina sqr., 424000, Yoshkar-Ola, Russia.

Тел. +7(8362) 45-53-90, факс: +7(8362) 45-53-90 эл. почта: AktughanovAN@mail.ru

Aktuganov Alexander Anatolevich
candidate of technical sciences, associate professor of building constructions and foundation, spec. 05.23.01 Construction designs, buildings and constructions

54, Karla Marksa str., 428000, Cheboksary, Russia.

Тел. +7(8352) 62-05-60, факс: +7(8352) 62-05-60 эл. почта: Alexxander.White@mail.ru

Aktuganov Oleg Anatolevich
candidate of technical sciences, associate professor of building constructions and foundation, spec. 05.21.01 Technology and cars of timber cuttings and forestry

Volga State University of Technology

3, Lenina sqr., 424000, Yoshkar-Ola, Russia.

Тел. +7(8362) 45-53-90, факс: +7(8362) 45-53-90 эл. почта: AktuganovOA@marstu.net

Для цитирования:

Актуганов А.Н. Податливость соединения полки со стенкой стальной балки из ЛСТК / А.Н. Актуганов, О.А. Актуганов, А.А. Актуганов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 60 – 66.

Citation:

A. A. Aktuganov Pliability of connection of the shelf with the wall of the steel beam from LSTK / A.A. Aktuganov, A. N. Aktuganov, O. A. Aktuganov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 60 – 66.

УДК624.046.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПОЛИМЕРКОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРОЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИЛОЖЕНИИ НАГРУЗКИ

А.Б. Антаков, И.А. Антаков

г. Казань, Казанский государственный архитектурно-строительный
университет

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментальных исследований деформативности изгибаемых элементов, армированных композитной арматурой, при длительном приложении нагрузки. В рамках исследования применялись стержни стеклопластиковой и базальтопластиковой арматуры с опесчанной поверхностью. Величины прикладываемых нагрузок варьировались от 30 до 53 % от разрушающих. Выдерживание опытных образцов балок под нагрузкой длилось от 96 до 200 суток.

EXPERIMENTAL STUDIES OF FLEXURAL MEMBERS WITH FIBER-REINFORCED POLYMER REINFORCEMENT UNDER SUSTAINED LOAD APPLICATION

Abstract

The article presents the results of experimental studies of deformation of flexural elements reinforced with composite rebars, sustained load application. The study used bars are fiberglass and basalt-plastic reinforcement with areneceous surface. Values of applied loads ranged from 30 to 53% of the failure loads. Experimental samples of beams were tested sustained load from 96 to 200 days.

Наряду с известными достоинствами, высокая прочность на разрыв, малый удельным вес, высокая коррозионная стойкость и низкая теплопроводность, у полимеркомпозитной арматуры (далее ПКА) существует ряд особенностей, недостатков, препятствующих ее внедрению в строительной отрасли. Одним из основных является относительно низкий по сравнению со сталью модуль упругости. В связи с этим элементы с композитной арматурой обладают более высокой деформативностью. При этом деформативность необходимо оценивать для двух вариантов приложения нагрузки: кратковременного и длительного.

Описанные в статье экспериментальные исследования выполнялись в рамках диссертационной работы. В ранее опубликованных статьях представлены исследования прочности и деформативности элементов с ПКА при кратковременном приложении нагрузок [1,2]. Включение в программу исследования испытания опытных образцов на длительное нагружение вызвано тем, что во многих источниках, в том числе и в нормативных документах, особое внимание уделяется работе композитной арматуры при длительном нагружении, а именно из-за подверженности композитов ползучести. Целью данных исследований ставилось определение приращения прогибов балок во времени и возможное снижение момента трещинообразования, так как по данным исследований [5] при длительном приложении нагрузок могут образовываться трещины. Возможно образование как первых трещин, так и дополнительных, появление которых значительно влияет на величину приращения прогибов. Задачи определения длительной прочности, что отражается в коэффициенте $y_{f,l}$ методики проекта СП [3], в рамках исследования не ставилось, так как данные свойства определяются посредством испытания стержней композитной арматуры.

Типичная кривая ползучести для композитных стержней представлена на рис. 1 [4].

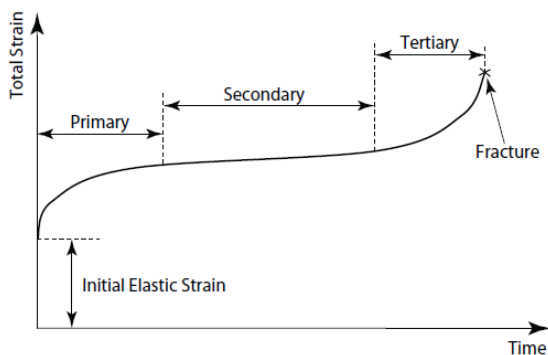


Рис. 1. Кривая деформации ПКА во времени, деформации ползучести

После мгновенной начальной упругой деформации на кривой начинается первая стадия ползучести, где деформации растут быстро в течение короткого периода времени. Вторая стадия ползучести характеризуется постоянным наклоном и длится в течение длительного периода времени. Третья стадия происходит при высоких уровнях напряжения. Она характеризуется одновременным

накоплением деформации ползучести и повреждением материала с последующим разрушением.

В данной статье представлены результаты испытаний опытных образцов балок серий 6 и 7, общей программы экспериментальных исследований, армированных стеклопластиковой и базальтопластиковой арматурой с опесчанной поверхностью. В табл. 1 представлены характеристики опытных балок.

Таблица 1

Характеристики опытных балок

№ серии	Размеры балки, мм	Класс бетона	Армирование	Процент армирования μ , %
6	Сечение 120x220,	B40	2 Ø6 АСК	0,164
7	пролет 1700	B35	2 Ø5 АБК	0,184

Опытными образцами являются бетонные балки сечением 120x220 мм и длиной 1810 мм. Балки серии 6 армированы двумя стержнями стеклопластиковой арматуры (АСК) диаметром 6 мм, серии 7 - двумя стержнями базальтопластиковой арматуры (АБК) диаметром 5 мм.

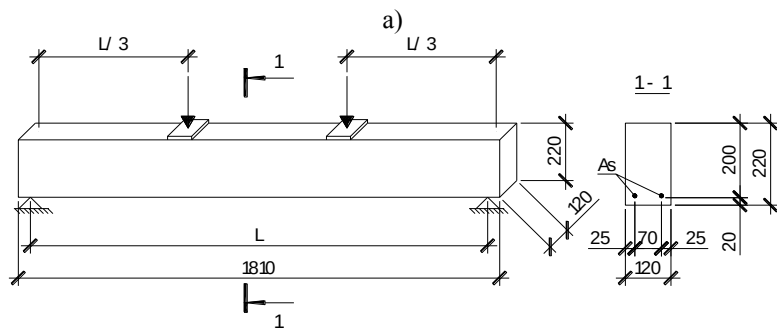
В таблице 2 представлены характеристики стержней армирования опытных балок.

Таблица 2

Армирование опытных образцов

№ серии	Армирование	Расчетный диаметр, мм	Расчетная площадь сечения A_f , мм ²	Модуль упругости E_f , МПа	Сопротивление растяжению $R_{f,n}$, МПа
6	2 Ø6 АСК	5	39,25	51770	1250
7	2 Ø5 АБК	5,3	44,1	51000	1100

Испытания проводились в соответствии с положениями ГОСТ 8829-94. Схема опирания и нагружения: балки свободно оперты по двум сторонам и нагружены сосредоточенными кратковременными нагрузками на расстоянии $L/3$ с каждой стороны от опор (L – расстояние между опорами). На рис. 2 представлены принципиальная схема испытания исследуемых балок и сконструированная рычажная установка.



б)
Рис. 2. Схема опирания и нагружения исследуемых балок (а), рычажная установка для испытания опытных балок (б)

В результате проведенных экспериментальных исследований получены следующие данные:

Серия 6

- начальный прогиб балки после приложения общей постоянной нагрузки 1,8 т, при которой изгибающий момент в нормальном сечении составляет $0,54M_{ult}$ (M_{ult} – предельный изгибающий момент), составил 17,3 мм, при этом образовались трещины. Предельный стабилизировавшийся прогиб составил 20,0 мм, приращение прогиба составило 15,6 %. Испытание длилось до стабилизации прогибов – 200 суток.

- начальный прогиб балки после приложения общей постоянной нагрузки $1,0 \text{ т} = 0,3M_{ult} = 0,92M_{crs}$ (M_{crs} – момент трещинообразования) составил 0,4 мм, при этом трещины не образовались. Увеличение прогиба до появления трещин не происходило, трещины образовались на 142 сутки. Прогиб увеличился до 3,3 мм, затем его величина не изменялась, приращение

прогиба составило 725%. Испытание длилось 180 суток. Изгибающий момент от действия общей нагрузки $1 \text{ т} = 2,793 \text{ кН}\cdot\text{м}$, по результатам испытания аналогичных балок при кратковременном приложении нагрузки средняя величина момента трещинообразования составила $3,017 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Следовательно, момент трещинообразования при длительном приложении нагрузки меньше кратковременного на 8,02 %.

Серия 7

Начальный прогиб балки после приложения общей постоянной нагрузки $1,3 \text{ т} = 0,32M_{\text{ult}}$ составил 7,2 мм, при этом образовались трещины. Предельный стабилизировавшийся прогиб составил 11,0 мм, приращение прогиба составило 52,78 %. Испытание длилось 145 суток.

Начальный прогиб балки после приложения общей постоянной нагрузки $1,6 \text{ т} = 0,4M_{\text{ult}}$ составил 15,15 мм, при этом образовались трещины, предельный стабилизировавшийся прогиб составил 17,55 мм, приращение прогиба составило 15,8 %. Испытание длилось 96 суток.

Выводы:

Проведенные испытания при длительном приложении нагрузки показали, что приращение прогибов балок, при различных величинах нагрузок $(0,32 \div 0,54)M_{\text{ult}}$, превышающих трещинообразующие, составляет 15,6-52,78 %. Момент трещинообразования на 8,02 % меньше, чем при кратковременном нагружении.

Литература

1. Антаков А.Б., Антаков И.А. Экспериментальные исследования изгибаемых элементов с полимеркомпозитной арматурой // Известия КГАСУ, 2014, № 3 (29). – С. 7-13.
2. Антаков А. Б., Антаков И. А. Экспериментальные исследования изгибаемых элементов с предварительно напряженной полимеркомпозитной арматурой / А. Б. Антаков И. А. Антаков, А. Р. Гиздатуллин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции НАСКР-2014. – Чебоксары, 2014. – С. 69-75.
3. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М.: НИИЖБ, 2013. – 168 с.
4. fib Bulletin 40. FRP reinforcement in RC structures. International Federation for Structural Concrete. – Lausanne, 2007. – P. 147.

5. Gross S. Time-dependent behavior of normal and high strength concrete beams reinforced with GFRP bars under sustained loads / S. Gross, J. Yost, G. Kevgas // High Performance Materials in Bridges, American Society of Civil Engineers. – 2003. – P. 451-462.

Ключевые слова: неметаллическая арматура, бетонные конструкции, деформативность, изгибаемые элементы.

Keywords: non-metallic fitting, concrete structures, deformability, flexural members.

Антаков А.Б. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: antakof@mail.ru

Антаков И.А. – ассистент

E-mail: igor788@bk.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Antakov A.B. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: antakof@mail.ru

Antakov I.A. –assistant

E-mail: igor788@bk.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering. The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Для цитирования:

Антаков А.Б. Экспериментальные исследования изгибаемых элементов с полимеркомпозитной арматурой при длительном приложении нагрузки/ А.Б. Антаков, И.А. Антаков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 67 – 72.

Citation:

Antakov A.B. Experimental studies of flexural members with fiber-reinforced polymer reinforcement under sustained load application/ A.B. Antakov, I.A. Antakov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 67 – 72.

УДК 69.022.32

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ КРОНШТЕЙНОВ НАВЕСНЫХ ВЕНТИЛИРУЕМЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ

В.А. Бахмисов¹, В.Г. Андреев², И.А. Бахмисов³, В.О. Тырлаков⁴, С.О. Тырлаков⁵

¹ ведущий инженер ООО «АРАТРИКА», г. Москва, Россия

² генеральный директор ООО «СК ЕвроСтрой», г. Москва, Россия

³ технический специалист ООО «АРАТРИКА», г. Москва, Россия

⁴ ведущий инженер ООО «АРАТРИКА», г. Москва, Россия

⁵ ведущий инженер ООО «АРАТРИКА», г. Москва, Россия

Аннотация

Приведен способ повышения надежности кронштейнов навесных фасадных систем для кирпичной кладки. Способ позволяет повысить надежность кронштейнов путем усиления сварного шва, увеличивает эксплуатационную надежность фасадов в целом. Получены патент на полезную модель, техническое свидетельство Министерства строительства РФ.

METHOD FOR INCREASING THE RELIABILITY VENTILATED FASADE SISTEMS FOR BRIKWORK

Abstract

There are ways of improving the reliability bracket mounted facade systems for masonry. The method allows to improve the reliability by strengthening bracket weld increases the operational reliability of the whole façade. Defended utility patent, technical certificate of the Russian Federation Ministry of Construction.

Настоящее сообщение касается способа повышения несущей способности и эксплуатационной надежности кронштейнов, применяемых при устройстве навесных фасадов (НФС) из клинкерного и облицовочного кирпича при устройстве и ремонте фасадов.

До недавнего времени на российском строительном рынке были представлены только элементы крепления из нержавеющей стали, производимые преимущественно европейскими производителями под брендами Halfen (Германия), Jordahl (Германия), HAS Metal (Турция).

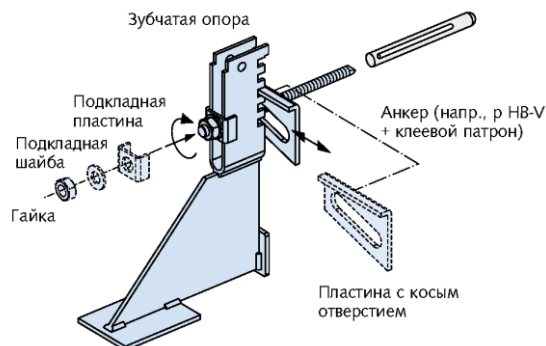


Рис.1. Конструкция кронштейна НК4 Halfen Gmbh (Германия).
Взято с сайта <http://www.halfen.ru>.

В последнее время интерес к устройству облицовки зданий из кирпича значительно возрос и у отечественных производителей, о чем свидетельствует и публикация материалов на предыдущей конференции [1] и этой же теме посвящена настоящая статья.

При исследовании конструкций кронштейнов НФС упомянутых зарубежных производителей выявился существенный дефект, выражающийся в наличии места концентрации напряжений в месте приварки к консоли кронштейна узла регулирования по высоте. Стало очевидно, что наиболее нагруженным и слабым с точки зрения возникающих при нагрузках напряжений в металле оказывается начало шва приварки регулировочного узла (указано стрелкой на Рис. 2). Особенно отчетливо это видно на приводимом примере компьютерного моделирования (Рис. 2), где расчетное напряжение в указанной точке в 2 - 3 раза превышает напряжения в окружающей зоне.

В связи с высокими требованиями к эксплуатационным свойствам несущих конструкций, особенно работающих в весьма сложных условиях в зоне конденсации влаги, ограниченной вентиляции в слое наружного утепления, авторы предприняли задачу повышения надежности конструкции такого типа кронштейнов для тяжелых фасадов.

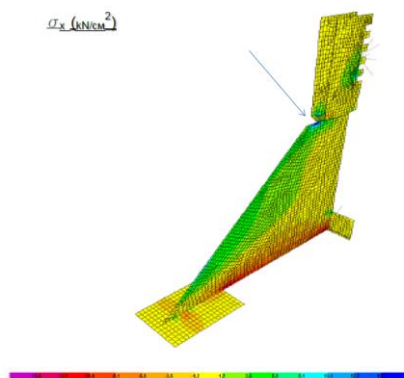


Рис. 2. Расчетная модель кронштейна. Места наибольших напряжений указаны стрелками.

Поставленная задача достигнута за счет установки в месте сварки консоли (1) (Рис. 3) и узла фиксирования (крепления) кронштейна к несущему основанию и регулирования расположения кронштейна по высоте (2) привариваемой металлической накладки (16), дополнительно соединяющей указанные узлы (1) и (2) и позволяющей перераспределить напряжения в зоне их концентрации. При этом после сварки деталей зона концентрации напряжений, которая была локализована в верхней части консоли (в месте сварки) значительным образом рассеивается.

Таким образом, за счет перераспределения и снижения концентрации напряжений в месте сварного соединения консоли кронштейна и узла фиксирования (крепления) кронштейна к несущему основанию и регулирования расположения консоли кронштейна по высоте, достигается улучшение прочностных характеристик кронштейна и улучшение несущей способности навесной конструкции в целом.

Указанное обстоятельство представляется особенно важным в плане длительной работоспособности (долговечности) металлических конструкций в условиях, способствующих коррозии, когда возникновение локальных ослаблений может стать причиной аварии конструкции (фасада или его фрагмента).

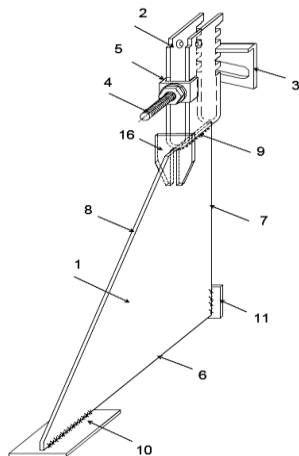


Рис. 3. Кронштейн «FASPROF» с дополнительным усилением накладкой (поз.16) в месте наибольших напряжений.

Увеличение несущей способности кронштейна по приведенному способу подтверждено экспериментально, путем проведения испытаний на статическое нагружение на испытательном стенде (см. график на Рис. 4). На приведенное решение получены патент РФ на полезную модель, техническое свидетельство Минстроя РФ. Система «FASPROF» на базе этого решения успешно внедрена (Рис. 5 и 6), в настоящее время ведется облицовка клинкерным кирпичом на объекте общей площадью фасадов более 35 тыс. м².

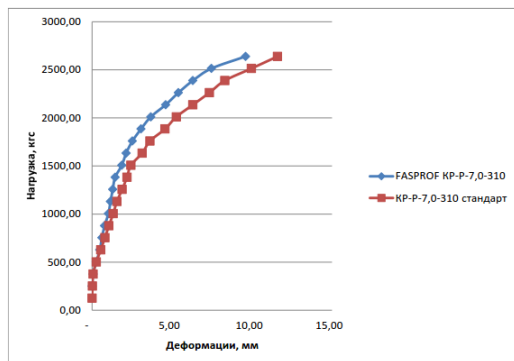


Рис. 4. График нагружения усиленного («FASPROF») и стандартного образцов кронштейнов из нержавеющей стали. Расчетная нагрузка – 714кгс (7,0кН).

Как видно из графика, увеличение несущей способности в области упругих деформаций составило в среднем 1,24 раза по отношению к стандартным образцам. Авторами отмечается также, что в области перегрузок, превышающих расчетное напряжение (в области упруго-пластических деформаций), эффект от применения усиливающих накладок увеличивается до 140-170% по отношению к стандарту в зависимости от вылета кронштейна при практически равной массе. Преимущественно этот эффект объясняется накоплением остаточных деформаций в локальной области сопряжения консоли и U-образной пластины, за счет вытягивания U-образной пластины в варианте без усиления. Несущая способность по предельно допустимым деформациям составили: для FASPROF КР-Р-7,0-310 – 2010,62 кгс или 234% от расчетной нагрузки, для стандартного КР-Р-7,0-310 – 1759 кгс или 205% от расчетной нагрузки.

Несмотря на кажущееся существенное превышение фактической несущей способности над расчетной (запас прочности) вполне оправдано ввиду необходимой долговечности тяжелых фасадов и, как следствие, объекта в целом.



Рис. 5. Тяговая подстанция для Московского метро. Облицовка клинкерным кирпичом на НФС «FASPROF». Г. Москва, Доватора ул., д.1.



Рис. 6. ЖК «ЗИЛАРТ». Облицовка клинкерным кирпичом на НФС «FASPROF». г. Москва, Автозаводская ул., вл.23.

Литература:

1. Шмелев Г.Н. Исследование несущей способности тяжелых вентилируемых фасадных систем /Г.Н. Шмелев, В.П. Крупин, А.М. Валеева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции НАСКР-2014. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары, 2014.- С.257-262.

Ключевые слова: навесная фасадная система «FASPROF», кронштейны для кирпичной кладки, прочность и деформативность кронштейнов НФС, запас прочности и повышение надежности кронштейнов.

Keywords: ventilated facade systems «FASPROF» for brickwork, brickwork support system, strength and deformability of brackets, margin of safety and reliability of the brackets.

¹Бахмисов Владимир Андреевич, ведущий инженер ООО «АРАТРИКА». Россия, 109542, г.Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. +79067170258, E-mail: aratrika@yandex.ru

²Андреев Владимир Гурьевич, генеральный директор ООО «СК ЕвроСтрой». Россия, 109542, г. Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. E-mail: sk-evrost@yandex.ru, www.skevrostroy.ru

³ Бахмисов Иван Андреевич, технический специалист ООО «АРАТРИКА». Россия, 109542, г. Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. E-mail: aratrika@yandex.ru

⁴ Тырлаков Владимир Олегович, ведущий инженер ООО «АРАТРИКА». Россия, 109542, г. Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1., E-mail: aratrika@yandex.ru

⁵ Тырлаков Сергей Олегович, ведущий инженер ООО «АРАТРИКА». Россия, 109542, г.Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1., E-mail: aratrika@yandex.ru

¹Bakhmisov Vladimir, chief engineer , LLC «ARATRIKA», Russia, 109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 86 / 1, p.1., +79067170258, E-mail: aratrika@yandex.ru.

²Andreev Vladimir, General Director, LLC «SK Eurostroy», Russia, 109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 86 / 1, p.1. E-mail: sk-evrost@yandex.ru, www.skevrostroy.ru

³Bakhmisov Ivan, technical specialist, LLC «ARATRIKA», Russia, 109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 86 / 1, p.1. E-mail: aratrika@yandex.ru.

⁴ Tyrlakov Vladimir, chief engineer , LLC «ARATRIKA», Russia, 109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 86 / 1, p.1., E-mail: aratrika@yandex.ru.

⁵ Tyrlakov Sergey, chief engineer , LLC «ARATRIKA», Russia, 109542, Moscow, Ryazansky prospekt, 86 / 1, p.1., E-mail: aratrika@yandex.ru.

Для цитирования:

Бахмисов В.А. Способ повышения надежности кронштейнов навесных вентилируемых фасадных систем для кирпичной кладки / В.А. Бахмисов, В.Г. Андреев , И.А. Бахмисов, В.О. Тырлаков, С.О. Тырлаков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 73 – 79.

Citation:

Bakhmisov V.A. Method for increasing the reliability ventilated facade systems for brickwork / V.A. Bakhmisov, V.G. Andreev, I.A. Bakhmisov, V.O. Tyrlakov, S.O. Tyrlakov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 73 – 79.

УДК 626.882.2 : 532.525.2

РЫБОЗАЩИТНОЕ СООРУЖЕНИЕ ВОДОЗАБОРОВ

О.Г. Введенский

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

Рассматривается конструкция и принцип работы рыбозащитного сооружения водозаборов направляющего действия. Приводится описание экспериментальной установки, а также результаты теоретических и экспериментальных исследований.

FISH-PROTECTING CONSTRUCTION OF A WATER INTAKE

Abstract

The design and the principle of work of a fish-protecting construction of water intakes of the directing action is considered. The description of experimental installation, and also results theoretical and pilot studies is provided.

Рыбы, живущие в наших водоемах, ежегодно, повинуясь инстинкту, поднимаются по рекам из морей, озер, низовий рек вверх по течению на нерест или, наоборот, двигаются к местам постоянного обитания, совершая покатные и нагульные миграции. Но не всем рыбам суждено благополучно достичь цели своей миграции: на путях их движения поджидают водозаборы различного назначения, нанося рыбному хозяйству колоссальный ущерб [1, 2]. С целью предотвращения указанного ущерба при строительстве и эксплуатации водозаборных сооружений различного назначения необходимо предусмотреть эффективные рыбозащитные системы [2, 3].

В настоящее время используют три основных вида рыбозащитных устройств: ориентирующий, физиологический и гидравлический тип. Первые два вида РЗУ организуют самостоятельное движение рыб в заданном направлении по определенной траектории или оказывают на рыб привлекающее или, наоборот, отпугивающее действие. Рыбозащитное устройство (РЗУ) направляющего действия в основном гидравлического типа, так как они создают в водоеме искусственно организованное транспортирующее рыб течение [3, 4].

Рыбозащитные устройства гидравлического типа с точки зрения эффективности работы и экологии являются самыми

перспективными. Но отсутствие необходимых сведений об особенностях расчета, проектирования и эксплуатации подобных сооружений сдерживает их широкое применение [1, 2, 3, 4].

В основу разрабатываемой нами конструкции рыбозащитного сооружения водозабора положена технология использования гидравлических струй для совершенствования работы рыбоходных сооружений [1, 3, 5, 6]. Суть данной технологии применительно для целей рыбозащиты состоит в следующем. Перед источником опасности (водозабором) с помощью гидравлических струй формируют управляемое рыбоотводящее течение (рис. 1). Данное течение будет вовлекать в движение молодь рыб из верхнего бьефа гидроузла, и направлять её в рыбоотвод РЗУ, выводя молодь рыбы в безопасное место водоема. Принцип формирования рыбоотводящего течения идентичен технологии работы рыбохода на гидравлических струях [3, 5, 6, 7].

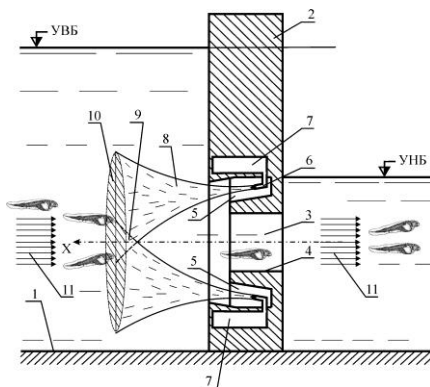


Рис. 1. Схема создания гидравлическими струями рыбоотводящего течения перед источником опасности для молоди рыб: 1 – основание; 2 – поперечная разделительная стенка; 3 – рыбопропускное отверстие; 4 – потокоформирующий фартук; 5 – глухая галерея; 6 – струеобразующие насадки; 7 – раздающие коллекторы; 8 – гидравлические струи; 9 – зона «частично равных давлений»; 10 – суммарный поток; 11 – рыбоотводящее течение

Гидравлические струи, истекая из струеобразующих насадок и взаимодействуя между собой, перед рыбопропускным отверстием рыбоотвода РЗУ образуют суммарный поток (рис. 1). Начальную скорость суммарного потока можно определить из следующего выражения [5]:

$$V_{U0} = \varphi_{U0} \frac{V_0 d_{0n}^{\frac{2}{3}} b_3^{\frac{1}{3}} n}{(h_3 - b_3)}, \quad (1)$$

где V_{U0} – начальная скорость суммарного потока, м/с; V_0 – начальная скорость истечения гидравлических струй из струеобразующих насадок, м/с; d_{0n} – диаметр струеобразующих насадок, м; b_3 – расстояние между осями гидравлических струй, м; n – число струеобразующих насадков в ряду; h_3 – расстояние между плоскостями распространения гидравлических струй, м; φ_{U0} – безразмерный коэффициент, определяемый опытным путем [8].

В свою очередь дальность распространения U рыбоотводящего течения, образованного суммарным потоком, можно оценить следующей зависимостью [9, 10]:

$$U = \left(\varphi''_U \frac{V_{U0} b_3 n}{V_U} \right)^2, \quad (2)$$

где U – расстояние от водонепроницаемой стенки до рассматриваемого участка транзитного потока; V_{U0} – начальная скорость суммарного потока; V_U – минимальная требуемая величина транзитного потока; φ''_U – коэффициент пропорциональности, определяемый опытным путем [3, 10].

Рекомендуемые скорости рыбоотводящего течения для различных видов рыб [3, 10]

Виды рыб	Скорость течения, м/с	
	молодь	взрослые особи
Лососи, форель, кумжа, жерех, щука	0,25...0,35	1,1...1,6
Усач, хариус, миноги	0,20...0,30	1,0...1,5
Сельди, подуст, краснопер	0,20...0,25	0,95...1,4
Белорыбица, осетр, севрюга, судак, язь	0,15...0,2	0,9...1,2
Сазан, лещ, окунь, линь, плотва	0,15...0,25	0,9...1,2

Как видно из выражений (1) и (2) дальность транзитного водного течения U зависит в первую очередь от величины начальной скорости суммарного потока V_{U0} и начальных условий истечения гидравлических струй: V_{0n} , n , b_3 , h_3 , d_{0n} , что подтверждается и экспериментально. Минимально требуемую величину рыбоотводящего потока V_U следует назначать, исходя из

рекомендуемых значений (табл.). При этом начальная скорость истечения гидравлических струй из струеобразующих насадок V_0 не должна превышать 10 м/с [3, 10].

По аналогии регулирования скорости привлекающего рыбу потока $V_{\text{ПРИВЛЕК.}}$ в рыбоходных сооружениях на гидравлических струях [3, 10] выражение, полученное для определения данной величины, может быть применимо для вычисления скорости рыбоотводящего течения $V_{\text{РЫБООТВОД. ТЕЧ.}}$:

$$V_{\text{РЫБООТВОД. ТЕЧ.}} = \varphi_{\text{П}} \sqrt{2g \cdot \Delta H - \frac{V_{U0}^2}{g}}, \quad (3)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²; ΔH – напор противотока, м.; V_{U0} – начальная скорость суммарного потока; $\varphi_{\text{П}}$ – безразмерный коэффициент привлекающего рыбу потока, устанавливаемый опытным путём [2, 3].

Возможность использования на практике предлагаемой технологии использования гидравлических струй для защиты рыб от попадания в водозабор была проверена экспериментально на лабораторной модели масштабом $\lambda_L=10$. При проведении лабораторных исследований за основной критерий гидродинамического подобия был принят критерий подобия Фруда [4, 7].



Рис. 2. Модель рыбозащитного устройства направляющего действия: 1 – головная часть модели; 2 – выходная часть модели; 3 – входной лоток; 4 – гаситель потока; 5 – сетчатое полотно; 6 – наборный щит головной части модели; 7 – задвижка малого водовода; 8 – задвижка большого водовода; 9 – напорный трубопровод системы струеобразующих насадков; 10 – шаровые краны; 11 – пьезометры

Лабораторная модель предлагаемой конструкции рыбозащитного устройства направляющего действия размещается на русловой площадке лаборатории гидротехнических сооружений Поволжского государственного технического университета (рис. 2). Данная модель позволяет имитировать работу водозабора и включает в себя все три основных элемента РЗУ: потокоформирующий оголовок; рабочий орган; рыбоотвод.

Головная часть модели 1 представляет собой потокоформирующий оголовок. Он предназначен для создания такой гидравлической структуры поступающего в РЗУ потока воды с молодь рыб, которая организует вывод покатной молоди в транзитную зону водотока, удаленную от рабочего органа, и обеспечивает оптимальные условия для пассивного ската молоди рыб в транзитном течении из зоны действия водозабора. В качестве рабочего органа РЗУ используется эжектор со сменным набором струеобразующих насадков, установленный на входе в рыбоотвод. Для отведения защищенной рыбы из зоны действия рабочего органа и водозабора в безопасное место рыбообитаемого водоема используют рыбоотвод.

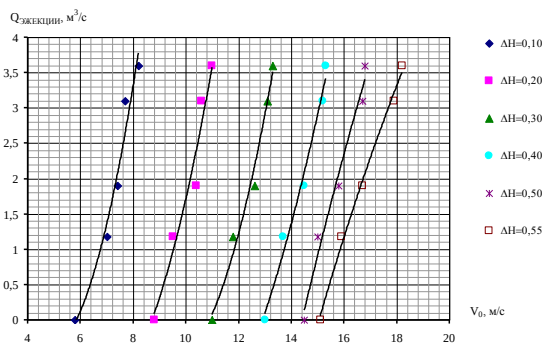


Рис. 3. График изменения возбужденного эжектором расхода в рыбоотводе $Q_{\text{ЭЖЕКЦИИ}}$ в зависимости от начальной скорости струй V_0 при различных значениях величины перепада ΔH , м (начало): а – диаметр струеобразующих насадков $d_0 = 0,10$ м, количество насадков 16, насадки расположены равномерно вдоль вертикальных стенок эжектора

Основной величиной влияющий на формирование эффективного рыбоотводящего течения значение возбужденного эжектором расхода в рыбоотводе $Q_{\text{ЭЖЕКЦИИ}}$ [4, 7]. Примеры графиков, пересчитанных на натуру, изменения возбужденного эжектором расхода в рыбоотводе $Q_{\text{ЭЖЕКЦИИ}}$ в зависимости от начальной скорости истечения струй V_0 из

струеобразующих насадков при различных значениях величины напора противотока ΔH представлены на рис. 3.

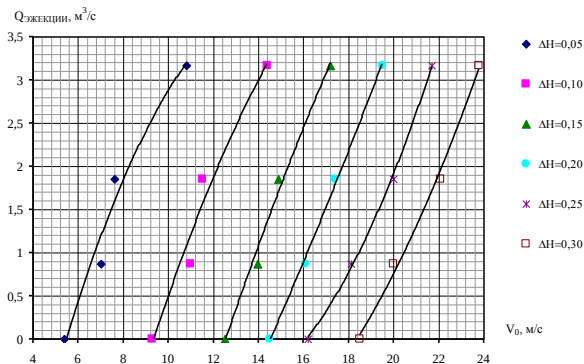


Рис. 4. График изменения возбужденного эжектором расхода в рыбоотводе $Q_{ЭЖЕКЦИИ}$ в зависимости от начальной скорости струй V_0 при различных значениях величины перепада ΔH , м (продолжение): б – диаметр струеобразующих насадков $d_0 = 0,10$ м, количество насадков 4, насадки расположены равномерно вдоль горизонтальных стенок эжектора

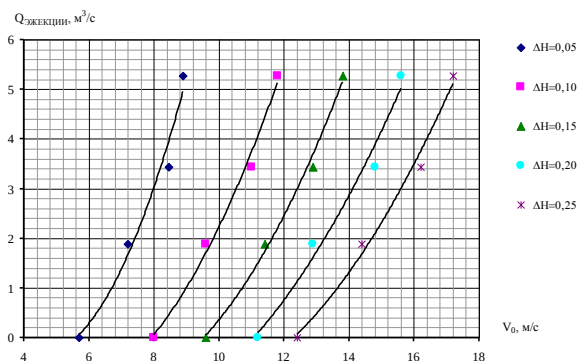


Рис. 5. График изменения возбужденного эжектором расхода в рыбоотводе $Q_{ЭЖЕКЦИИ}$ в зависимости от начальной скорости струй V_0 при различных значениях величины перепада ΔH , м (окончание): в – диаметр струеобразующих насадков $d_0 = 0,10$ м, количество насадков 12, насадки расположены неравномерно по всему периметру эжектора

Анализ графических характеристик изменения возбужденного эжектором расхода в рыбоотводе $Q_{ЭЖЕКЦИИ}$ в зависимости от начальной скорости истечения струй V_0 из струеобразующих насадков

при различных значениях величины напора противотока ΔH позволяет сделать следующие основные выводы:

- величина возбужденного эжектором расхода в рыбоотводе $Q_{\text{ЭЖЕКЦИИ}}$ прямо пропорционально значению начальной скорости истечения гидравлических струй V_0 из струеобразующих насадков;

- равномерное распределение струеобразующих насадков по периметру рыбоотвода или увеличение их количества, а так же увеличения диаметра насадков позволяет получить возбужденный эжектором расход в рыбоотводе $Q_{\text{ЭЖЕКЦИИ}}$ при меньших значениях начальной скорости истечения гидравлических струй V_0 из струеобразующих насадков;

- с увеличением величины напора противотока $\square \Delta H$, создаваемого рыбоотводящим течением, на входе и выходе из рыбоотвода требуется меньшего увеличения начальной скорости истечения гидравлических струй V_0 из струеобразующих насадков для достижения заданного значения возбужденного эжектором расхода в рыбоотводе $Q_{\text{ЭЖЕКЦИИ}}$.

Закключение. Предлагаемая нами конструкция рыбозащитное устройство рыбонаправляющего действия позволит:

- во-первых, существенным образом упростить задачу формирования эффективных транзитных водных течений рыбоотводящего назначения;

- во-вторых, простым способом регулировать дальность и скорость рыбоотводящего течения;

- в-третьих, соблюдать все экологические требования охраны природы.

Предлагаемая конструкция РЗУ, по нашему мнению, должна найти достаточно широкое применение для защиты рыб и ее молоди на водозаборах и на других источниках опасностей. Ее можно с большим успехом использовать для перенаправления молоди рыб от мест нереста к рыбопропускным сооружениям при покатных миграциях, а так же привлечения производителей рыб в рыбопропускные сооружения и дальнейшей их проводки от рыбопропускных сооружений на участки и притоки водохранилища с ярко выраженными естественными течениями.

Литература

1. Введенский О.Г. Конструкции рыбоходов с противотечением на основе экологической технологии использования гидравлических

- струй/ О.Г. Введенский// Инженерная экология. –2010. – №3. – С. 17 – 30.
2. Введенский О.Г. Рыбоохранный комплекс гидроузла/ О.Г. Введенский// Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. –2013. – №4. – С. 67 – 81.
 3. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения на гидравлических струях: монография/ О.Г. Введенский. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – 264 с.
 4. Введенский О.Г. Рыбозащитное сооружение рыбонаправляющего действия/ О.Г. Введенский, Д.Э. Кириллов// Труды Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Технологическая. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. – Вып. 4. – С. 142 – 147.
 5. Введенский О.Г. Использование гидравлических струй для совершенствования технологии работы рыбоходных сооружений/ О.Г. Введенский// Гидротехническое строительство. –2009. – №1. – С. 21 – 27.
 6. Пат. 2342485 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Способ привлечения и пропуска рыбы из нижнего бьефа гидроузла в верхний бьеф/ О.Г. Введенский (РФ). – №2006141959/03; Заявлено 27.11.2006; Оpubл. 27.12.2008, Бюл. № 36. – 14с.
 7. Введенский, О.Г. Эксперименты по исследованию параллельно-струйных течений во встречном потоке тех же физических свойств/ О.Г. Введенский; Марийск. гос. пед. ин-т, –М., 2004. –38с. – Деп. в ВИНТИ 01.03.04; № 356.
 8. Введенский О.Г. Управление пропуском рыб, идущих на нерест, через высоконапорные гидроузлы // Гидротехническое строительство. 2011. №1. С. 46 – 49.
 9. Пат. 2179265 РФ, МПК⁷ F04F 5/02. Способ транспортировки жидкости с первого участка на второй, выше расположенный участок/ О.Г. Введенский (РФ). –№ 2000110254/06; Заявлено 20.04.2000; Оpubл. 10.02.2002, Бюл. № 4.
 10. Пат. 2406801 РФ, МПК⁸ E02B 8/08. Способ пропуска молоди рыб через гидроузел при покатной миграции/ О.Г. Введенский (РФ). – №2009117031/21; Заявлено 04.05.2009; Оpubл. 20.12.2010, Бюл. № 35. – 12с.

Ключевые слова: водозабор, рыбозащитное устройство, гидравлические струи.

Keywords: water intake, fish-protecting device, hydraulic streams.

Введенский Олег Германович – кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций и водоснабжения Поволжского государственного технологического университета, VvedenskyOG@volgatech.net

Vvedenskii Oleg – candidate of technical sciences, associate professor chair of construction structure and water supply Volga State University of Technology, VvedenskyOG@volgatech.net

Для цитирования:

Введенский О.Г. Рыбозащитное сооружение водозаборов / О.Г. Введенский // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 80 – 88.

Citation:

Vvedenskii O.G. Fish-protecting construction of a water intake / Vvedenskii O.G. // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 80 – 88.

УДК 539.3

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ ПРИ ПАДЕНИИ САМОЛЕТА

А.И. Кибец¹, В.А. Иванов²

¹⁾ НИИ механики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, г. Н. Новгород, Россия

²⁾ ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

Рассматриваются трехмерные нелинейные задачи деформирования заглубленных оболочечных конструкций при падении самолета. Решение задачи основано на методе конечных элементов и явной конечно-разностной схеме интегрирования по времени типа «крест». Приводятся результаты расчетов.

FINITE ELEMENT ANALYZING THE DEFORMATION OF SUBMERGED PIPELINES OF AN ATOMIC POWER PLANT COOLING SYSTEM IN THE EVENT OF AN AIRCRAFT CRASH

Abstract

3D nonlinear problems of structural deformation in the event of an aircraft crash are considered. The problem is analyzed using finite-element method and the «cross-type» explicit finite-difference time-integration scheme. The results of numerically analyzing the problem are presented.

Атомные станции (АС) являются потенциально опасными, сложными инженерными сооружениями. Нормативными документами [1-4] предусмотрена оценка прочности и безопасности АС при аварийном соударении с терпящим бедствие самолетом или его обломками. При соударении с самолетом возникают чрезвычайно большие нагрузки, которые могут разрушить конструкцию или вызвать повреждения, опасные для ее дальнейшей эксплуатации.

В настоящей работе приводятся результаты численного исследования деформирования заглубленных трубопроводов АС при аварийном падении на них самолета.

Для описания движения конструкции применяется текущая лагранжевая формулировка [5,6]. Уравнение движения выводится из баланса виртуальных мощностей. Кинематические соотношения формулируются в метрике текущего состояния. В качестве уравнений

состояния используются соотношения теории течения с комбинированным кинематическим и изотропным упрочнением [7]. Поведение грунта описывается моделью С.С. Григоряна [8]. В зоне контакта рассматривается непроникание по нормали и свободное скольжение вдоль касательной к поверхности контакта. При оценке давления в зоне контакта с падающим самолетом использовались данные [9].

Решение определяющей системы уравнений при заданных начальных и граничных условиях основано на методе конечных элементов [10-15]. Расчетная область покрывается лагранжевой сеткой из 8-узловых конечных элементов. В узлах сетки определяются перемещения, скорости и ускорения в общей системе координат, используемой для стыковки конечных элементов (КЭ). В каждом элементе вводится локальный прямоугольный базис, отслеживающий его вращение как жесткого целого. Конечный элемент с помощью полилинейного изопараметрического преобразования отображается на единичный куб.

Компоненты скорости деформаций аппроксимируются в локальном базисе КЭ линейными функциями в виде суммы безмоментных и моментных составляющих. Для интегрирования по пространственным переменным в уравнении баланса виртуальных мощностей применяются квадратурные формулы [10]. После замены интегрирования по области суммированием по конечным элементам получается дискретный аналог уравнений движения:

$$[M]\{\ddot{U}\} = \{F\},$$

где $[M]$ — диагональная матрица масс; $\{\ddot{U}\}$ — вектор, составленный из ускорений узлов КЭ-сетки, $\{F\}$ — результирующие узловых сил в общей системе координат, статически эквивалентные напряжениям в КЭ и внешней нагрузке на их гранях.

Численное моделирование контактного взаимодействия деформируемых тел осуществляется по методике [16]. Для интегрирования определяющей системы уравнений по времени применяется явная конечно-разностная схема типа "крест". Величина временных шагов выбирается исходя из условия устойчивости Куранта.

Изложенная выше методика решения трехмерных нелинейных задач нестационарного деформирования конструкций реализована в рамках вычислительного комплекса «Динамика-3» [17,18]. На его основе проведены расчеты напряженно-деформированного состояния

трубопроводов системы охлаждения ответственных потребителей Ростовской атомной электростанции. В их трассировке имеются участки, на которых трубопроводы двух разных каналов безопасности расположены на расстоянии 180 см. При падении самолёта на этих участках могут быть выведены из работы оба канала безопасности, что является недопустимым.

Трубопроводы диаметром $D=82$ см с толщиной стенки $S=0,9$ см, выполнены из стали Ст20. Изнутри трубопроводы нагружены постоянным давлением $P=2$ атм. Анализировались два варианта задачи, в которых заглубление трубопровода в грунт задавалось равным 200 см и 600 см. Предполагалось, что масса самолёта равна 20 т, начальная скорость соударения – 200 м/с. Воздействие от падения самолёта моделировалось давлением, действующим на поверхности плиты. Изменение во времени нагрузки и площади поверхности ее приложения приведены в [9]. Возможность разгерметизации трубопровода оценивалась по величине интенсивности пластических деформаций.

Результаты расчетов показали, что в обоих вариантах задачи поперечное сечение трубопроводов в зоне падения самолёта полностью перекрываются и возможно их разрушение. Для обеспечения безопасности и работоспособности АС в этой аварийной ситуации необходимо на поверхности грунта над трубопроводами расположить железобетонные плиты. На ряде вычислительных экспериментов были подобраны оптимальные габариты плит: При реализации рекомендуемых вариантов защиты разгерметизации трубопроводов не происходит. Изменение площади поперечных сечений трубопроводов не превышает 30%, что допускается действующими нормативными документами.

Литература

1. Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа. Правила и нормы в атомной энергетике. ПИН АЭ-5.6: Изд. Минатомэнерго СССР, 1986. – 21 с.
2. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций при проектировании, сооружении и эксплуатации (ОПБ–82) // Сборник нормативных материалов по безопасности АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – С. 5–29.
3. Учет внешних событий, вызванных деятельностью человека, при проектировании атомных электростанций. Руководство по безопасности. № 50-SG-D5. – Вена: МАГАТЭ, 1983.

4. Учет чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате деятельности человека, при выборе площадок для атомных электростанций. Руководство по безопасности. № 50-SG-S5. – Вена: МАГАТЭ, 1983.

5. Поздеев А.А., Трусов П.В., Няшин Ю.И. Большие упругопластические деформации: теория, алгоритмы, приложения. – М.: Наука, 1986. – 232 с.

6. Коробейников С.Н. Нелинейное деформирование твердых тел. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 262 с.

7. Волков И.А., Коротких Ю.Г. Уравнения состояния вязкоупругопластических сред с повреждениями. – М.: Физматлит, 2008. – 424 с.

8. Баженов В.Г., Котов В. Л. Математическое моделирование нестационарных процессов удара и проникания осесимметричных тел и идентификация свойств грунтовых сред. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. 208с.

9. Бирбраер А.Н., Шульман С.Г. Прочность и надежность конструкций АЭС при особых динамических воздействиях. М.: Энергоатомиздат, 1989. – 304с.

10. Bathe K.-Y. Finite element procedures. – New Jersey: Upper Saddle River «Prentice Hall», 1996. – 1037p.

11. Баженов В.Г., Варавин Д.А., Кибец А.И., Рябов А.А., Романов В.И. Исследование больших формоизменений сферической оболочки при контактном взаимодействии с жесткой облоймой под действием импульса перегрузки// Прикладная механика и техническая физика. - 2015. - Т. 56. - №6. – С. 38–45.

12. Баженов В.Г., Жестков М.Н., Замятин В.А., Кибец А.И. Математическое моделирование развития запроектной аварии внутри корпуса реактора на быстрых нейтронах // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2015. – № 3. – С. 5–14.

13. Баженов В.Г., Демарева А.В., Жестков М.Н., Кибец А.И. Особенности численного моделирования упругопластического выпучивания полусферических оболочек при нагружении жестким индентором//Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2016. – № 2. – С. 22–33.

14. Демарева А.В., Кибец А.И., Кибец Ю.И., Фролова И.А., Шошин Д.В., Шушкина Ю.А. Конечно-элементное решение нелинейных задач деформирования МНЗ заполнителя при ударном нагружении//Проблемы прочности и пластичности. Межвуз. Сб. Нижний Новгород. Изд-во ННГУ. – 2016. – Т.78. – №1. С.60–69.

15. Голованов А.И., Тюленева О.Н., Шигабутдинов А.Ф. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 391 с.

16. Баженов В.Г., Кибец А.И., Цветкова И.Н. Численное моделирование нестационарных процессов ударного взаимодействия деформируемых элементов конструкций // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1995. – № 2. – С.20-26.

17. Программный продукт «Пакет прикладных программ для решения трехмерных задач нестационарного деформирования конструкций, включающих массивные тела и оболочки, «Динамика-3» (ППП «Динамика 3»): Сертификат соответствия Госстандарта России № РОСС RU.ME20.H00338.

18. Вычислительный комплекс «Динамика-3». Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности. Аттестационный паспорт программного средства. Регистрационный паспорт аттестации ПС № 325 от 18.04.2013.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-50089 мол_нр

Ключевые слова: ядерная энергетика, аварийный, нестационарный, нелинейный, метод конечных элементов.

Keywords: nuclear power engineering, emergency, non-stationary, nonlinear, FEM

Кибец Александр Иванович, главный научный сотрудник, д.ф.-м.н., проф., научно-исследовательский институт механики Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, e-mail: kibec@mech.unn.ru

Иванов Виктор Анатольевич, старший преподаватель, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, e-mail: 2605Viktor@mail.ru

Alexander Ivanovich Kibets (Nizhny Novgorod, Russian Federation) - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Senior research fellow, Institute of Mechanics, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, e-mail: kibec@mech.unn.ru

Victor Anatolevich Ivanov, senior lecturer, Chuvash State University, e-mail: 2605Viktor@mail.ru

Для цитирования:

Кибец А.И. Конечно-элементный анализ деформирования заглубленных трубопроводов системы охлаждения атомных станций при падении самолета/ А.И. Кибец, В.А. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 89 – 94.

Citation:

Kibets I.K. Finite element analyzing the deformation of submerged pipelines of an atomic power plant cooling system in the event of an aircraft crash / I.K. Kibets, V.A. Ivanov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 89 – 94.

УДК 624.072.21

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ УСИЛЕНИЯ КОНСОЛЬНЫХ БАЛОК РАМНО-СВЯЗЕВОГО КАРКАСА, ВЫПОЛНЕННОГО ПО СЕРИИ ИИ-04

А.Г. Лукин

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени
И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация:

В статье приведены результаты анализа различных вариантов усиления консольных балок рамно-связевого каркаса, выполненного из сборного железобетона по серии ИИ-04. Рассмотрено усиление сопряжения ригеля с колонной при помощи монолитных диафрагм, стальных распорок и подкосов в различных комбинациях.

ANALYSIS OF DIFFERENT DESIGNS GAIN CANTILEVER BEAMS BRACED FRAME, TAKEN ALONG SERIES II-04

Abstract:

The results of analysis of the various options for strengthening cantilever beams braced frame made of precast concrete on a series of II-04. Considered gain coupling bolts to the column by means of monolithic membranes, steel struts and struts in various combinations.

При обследовании технического состояния и разработке проекта реконструкции пятиэтажного офисного здания с несущим рамно-связевым каркасом, выполненным из сборного железобетона по серии ИИ-04, обнаружилась проблема с несущей способностью консольных ригелей междуэтажных перекрытий. Здание пятиэтажное с цокольным и техническим (поверху) этажами. Высота промежуточных этажей 3,3 м, цокольного – 4,2 м, технического 2,4 м. Поперечные рамы двух пролёты, с пролётами по 6 м и консольными ригелями с вылетом консоли 1,0 м в уровне перекрытий 2 этажа и выше. Наружные стены – ненесущие, до четвертого этажа выполнены в виде заполнения по ригелям, уложенным между колоннами крайнего ряда, выше – по сборным железобетонным ригелям, уложенным на концы консольных ригелей. Консольные ригели, расположенные в уровне перекрытия второго этажа, несут нагрузку от декоративного ограждения высотой 1,2 м, расположенного не по всему периметру здания. Проект реконструкции предусматривал: демонтаж существующей конструкции кровли (включая все изоляционные слои); устройство по существующим колоннам

верхнего этажа монолитного железобетонного пояса; надстройку дополнительного этажа с каркасом из легких металлических конструкций и ограждениями из панелей типа «Сэндвич»; дополнительной отделки фасадов алюкобондом с утеплением. В связи с дополнительным утеплением стен увеличилась нагрузка на консольные ригели.

Узлы сопряжения существующей конструкции консольных ригелей с колоннами выполнены путем приварки к закладной детали колонны верхней стальной накладки сечением 200X16 мм (у колонны) угловым швом с катетом шва 8 мм вместо предусмотренного серией полного провара шва на всю толщю накладки. Понизу ригеля передача горизонтального усилия выполнена в виде упора на торец консоли через сваренные между торцом ригеля и консолью колонны кусков арматуры диаметром 18 мм – плечо пары сил передачи изгибающего момента от ригеля на колонну 0,375 м.

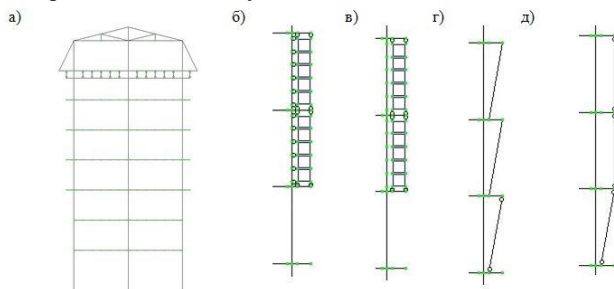


Рис.1. Расчетная схема здания (а) и фрагменты расчетной схемы с консольными ригелями перекрытий 2-5 этажей и усилением при помощи монолитных железобетонных диафрагм с обоями по колоннам (б), то же без обоев (в), постановкой подкосов (г), постановкой подкосов и распорок (в)

Несущая способность сварного шва при существующей конструкции узла составил 191,5 кН, а момент, воспринимаемый конструкцией сопряжения 71,81 кН*м, что значительно меньше, чем момент, полученный по результатам статического расчета, равный для консольных ригелей перекрытия 3 и 4 этажей (см. табл.1) 109,2 кН*м - перегрузка в 1,52 раза; для консольных ригелей перекрытия 5 этажа равный 88,1 кН*м - перегрузка в 1,23 раза. Потребовалась разгрузка или усиление этих стыков.

Для разгрузки консольных ригелей перекрытий было рассмотрено несколько вариантов усиления в разных комбинациях (см. табл. 1):

Таблица 1

Результаты статического расчета поперечной рамы здания с различными вариантами конструкции усиления

№ п/п	Конструкция усиления	Максимальный момент в консольных ригелях перекрытия, кН*м			
		2 этажа	3 этажа	4 этажа	5 этажа
1	Без усиления	46,5	109,2	109,2	88,1
2	Железобетонные диафрагмы между консольными ригелями с обоями из стальных уголков по колоннам на 4 этаже	46,5	72,6	68,0	88,1
3	То же без стальных обойм по колоннам	46,5	92,8	54,7	88,1
4	Железобетонные диафрагмы между консольными ригелями с обоями из стальных уголков по колоннам на 4 и 5 этажах	46,5	73,3	65,4	53,8
5	То же без стальных обойм по колоннам	46,5	95,6	28,2	55,0
6	Железобетонные диафрагмы между консольными ригелями с обоями из стальных уголков по колоннам на 4 и 5 этажах и подкосами из парных швеллеров в уровне 3 этажа	46,5	26,4	59,4	56,4
7	То же без стальных обойм по колоннам	46,5	32,2	36,6	57,7
8	Железобетонные диафрагмы между консольными ригелями с обоями из стальных уголков по колоннам на 4 этаже, стойками из парных швеллеров в уровне 5 этажа и подкосами из парных швеллеров в уровне 3 этажа	46,5	53,1	60,9	41,2
9	То же без стальных обойм по колоннам	46,5	46,6	62,1	50,7
10	Стойки из парных швеллеров в уровне 4 и 5 этажа и подкосами из парных швеллеров в уровне 3 этажа без стальных обойм по колоннам	46,5	71,8	64,9	45,4
11	Подкосы из парных швеллеров в уровне 3, 4 и 5 этажей без стальных обойм по колоннам	46,5	16,0	26,1	37,2

- устройство монолитных железобетонных диафрагм между консольными ригелями;
- постановка дополнительных распорок у наружной стены из парных швеллеров между ригелями в уровнях 4 и 5 этажей;
- постановка подкосов из парных швеллеров в уровне 4 и 5 этажей;
- постановка подкосов из парных швеллеров в уровне 3 этажа (там, где имеются консольные ригели в уровне перекрытия второго этажа).

Все конструкции усиления предусматривают предварительную разгрузку усиливаемых элементов подведением временных опор снаружи здания.

Статический расчет поперечной рамы здания (исходной и с конструкциями усиления) выполнен с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2013. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

На основании проведенного анализа в качестве основной схемы усиления рекомендована постройка подкосов из парных швеллеров в уровне 3, 4 и 5 этажей без устройства стальных обоев по колоннам, а в местах, где невозможна постройка подкосов в уровне третьего этажа – устройство железобетонных диафрагм между консольными ригелями с обоями из стальных уголков по колоннам на 4 и 5 этажах.

Ключевые слова: усиление, консольный ригель, железобетонные диафрагмы, распорка, стойка, обойма.

Keywords: gain console deadbolt, reinforced concrete diaphragms, tower, rack, clip.

Лукин Александр Геннадьевич – доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; luki_ag@rambler.ru

Lukin Alexander G. - Associate Professor of "Building construction", Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; luki_ag@rambler.ru

Для цитирования:

Лукин А.Г. Анализ различных конструкций усиления консольных балок рамно-связевого каркаса, выполненного по серии ИИ-04/ А.Г. Лукин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 95 – 98.

Citation:

Lukin A.G. Analysis of different designs gain cantilever beams braced frame, taken along series II-04 / A.G. Lukin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 95 – 98.

УДК 624.072.221 + 624.04

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ
«МОНТАЖ» ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ЛИРА-САПР ДЛЯ
РАСЧЕТА УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ЧАСТИЧНОЙ
РАЗГРУЗКИ

А.Г. Лукин

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени
И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация:

В статье приведены результаты анализа возможности применения расчетно-графической системы «монтаж» программного комплекса ЛИРА-САПР для расчета усиления конструкций методом частичной разгрузки на основании сравнения компьютерного и аналитического расчетов.

THE ANALYSIS OF POSSIBILITY OF APPLICATION OF
SYSTEM "INSTALLATION" OF THE SOFTWARE COMPLEX LIRA-
SAPR TO CALCULATE REINFORCEMENT OF STRUCTURES BY
THE METHOD OF PARTIAL UNLOADING

Abstract:

In the article the results of analysis of possibility of application of calculation-graphical system "installation" of the software complex LIRA-SAPR to calculate reinforcement of structures by the method of partial discharge based on a comparison of computed and analytical calculations.

Анализ выполнен применительно к сборным железобетонным стропильным балкам покрытия крайнего пролета трехпролетного производственного здания, выполненным по серии ПК-01-115. Пролет балки 9 метров (расчетный – 8,7 м), шаг несущих конструкций 6 метров. Балка таврового сечения высотой 800 мм, с шириной стенки 100-140 мм, шириной полки 300 мм и высотой полки 150-180 мм. Класс бетона балки соответствует В20, продольная арматура (без предварительного напряжения) из трех стержней класса А-II (А300) диаметром 32 мм. Состояние балки удовлетворительное. Ограждающая часть покрытия – рулонная утепленная кровля по сборным железобетонным ребристым плитам покрытия. При обследовании технического состояния и разработке проекта реконструкции обнаружилась проблема с несущей способностью этих балок, связанная с выполненными ранее ремонтами кровли с укладкой

дополнительных слоев. Несущая способность балки при существующем на момент обследования состоянии $M=408 \text{ кН*м}$, максимальный момент при существующей нагрузке (постоянная - $31,82 \text{ кН/м}$, снеговая - $14,4 \text{ кН/м}$) $M=437,3 \text{ кН*м}$.

Для разгрузки стропильных балок было рассмотрено несколько вариантов усиления методом частичной разгрузки (в зависимости от возможности выполнения работ по усилению). Статический расчет конструкций усиления выполнен с использованием расчетно-графической системы «монтаж» программного комплекса ЛИРА-САПР 2013.

Для проверки возможности применения системы «монтаж» для расчета конструкций усиления был выполнен анализ адекватности результатов аналитического и компьютерного расчетов усиления стропильной балки постановкой дополнительной опоры в середине пролета при различных величинах разгружающих нагрузок (от 50 до 200 кН). Во всех случаях предусмотрена установка дополнительной опоры, состоящей из двух элементов, свариваемых между собой после выборки (при помощи домкрата с силоизмерителем) зазоров между соединяемыми элементами (без создания, или с созданием, разгружающих усилий).

Для анализа рассмотрены следующие варианты:

- аналитический расчет по правилам строительной механики с учетом установки (при отсутствии временной нагрузки) дополнительной опоры: к усилиям, возникающим в свободно-опертой по концам балке от постоянной и разгружающей нагрузки, алгебраически прибавляются усилия от временной нагрузки, рассчитанные для балки, работающей по двухпролетной схеме (с дополнительной опорой в середине пролета);
- расчет с использованием расчетно-графической системы «монтаж» с учетом установки (при отсутствии временной нагрузки) дополнительной «жесткой» опоры. В системе «монтаж» предусмотрены две стадии монтажа. На первой стадии балка, свободно опертая по концам, загружается постоянной и разгружающей нагрузками. На второй – монтируется дополнительная опора. По окончании монтажа прикладывается временная нагрузка. Снятие разгружающей нагрузки учтено совместно с временной нагрузкой (можно учесть дополнительным нагружением). Для сопоставления с предыдущим расчетом предусмотрена «жесткая» дополнительная опора (высота опоры 5 см, жесткость - на порядок выше жесткости балки);

- расчет с использованием расчетно-графической системы «монтаж» с учетом установки (при отсутствии временной нагрузки) опоры высотой 6 метров сваренной из двух швеллеров №20 (расчет с учетом упругих деформаций конструкции усиления).

Результаты выполненных расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты статического расчета сборной железобетонной стропильной балки свободно опертой по концам с учетом ее частичной разгрузки и устройства дополнительной опоры в середине пролета

№ д/п	Вариант усиления и способ расчета	Изгибающий момент в середине пролета балки (кН*м) при частичной разгрузке балки сосредоточенным усилием, создаваемым домкратом в середине пролета, кН				
		0	50	100	150	200
1	Аналитический расчет балки без усиления	437,3	-	-	-	-
2	Аналитический расчет по правилам строительной механики с учетом установки (при отсутствии временной нагрузки) дополнительной опоры	267,0	158,3	49,5	-59,2	-168
3	Расчет с использованием расчетно-графической системы «монтаж» с учетом установки (при отсутствии временной нагрузки) дополнительной «жесткой» опоры	267,0	158,3	49,5	-59,2	-168
4	Расчет с использованием расчетно-графической системы «монтаж» с учетом установки (при отсутствии временной нагрузки) опоры высотой 6 метров сваренной из двух швеллеров №20	280,6	180,6	80,5	-19,6	-119,4

Результаты выполненных расчетов показали полную адекватность аналитического расчета по правилам строительной механики с расчетом с использованием расчетно-графической системы «монтаж» с учетом установки (при отсутствии временной нагрузки) дополнительной «жесткой» опоры.

Расчет с использованием расчетно-графической системы «монтаж» с учетом установки (при отсутствии временной нагрузки) опоры высотой 6 метров сваренной из двух швеллеров №20 показал,

что расчет с учетом упругих деформаций конструкции усиления существенно меняет напряженно-деформированное состояние усиливаемой конструкции.

Проведенный анализ показал, что:

- расчетно-графическая система «монтаж» программного комплекса ЛИРА-САПР может быть с успехом применена для расчета системы усиления несущих конструкций методом частичной разгрузки;

- применение расчетно-графической системы «монтаж» позволяет учесть изменение НДС усиливаемой конструкции связанное с упругими деформациями конструкции усиления.

На основании результатов, приведенных в таблице, в качестве одной из схем усиления сборных железобетонных стропильных балок покрытия рекомендована постановка промежуточной опоры (при отсутствии временной нагрузки) в середине пролета без разгрузки конструкции.

Ключевые слова: усиление, стропильная балка, опора, функция «монтаж», ЛИРА-САПР.

Keywords: reinforcement, roof beam, support, the function "mounting" LIRA-SAPR.

Лукин Александр Геннадьевич – доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; luki_ag@rambler.ru

Lukin Alexander G. - Associate Professor of "Building construction", Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; luki_ag@rambler.ru

Для цитирования:

Лукин А.Г. Анализ возможности применения системы «монтаж» программного комплекса ЛИРА-САПР для расчета усиления конструкций методом частичной разгрузки/ А.Г. Лукин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской)

конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016.
– С. 99 – 103.

Citation:

Lukin A.G. The analysis of possibility of application of system "installation" of the software complex LIRA-SAPR to calculate reinforcement of structures by the method of partial unloading / A.G. Lukin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 99 – 103.

УДК 624.072.32

КОНСТРУКЦИИ РАСПОРНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

О.В.Миронова, В.В. Павлов

Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ), г. Казань, Республика Татарстан, Россия.

Аннотация

Статья посвящена конструкциям плоскостных распорных конструкций покрытий. Приведены описания конструктивных решений и материалов, используемых в настоящее время для возведения таких конструкций. Рассмотрены наиболее распространенные дефекты и повреждения.

FLOOR STRUCTURE, WORKING WITH THE THRUST

Abstract

Article is devoted to designs plane the raspornykh of designs of coverings. Descriptions of constructive decisions and materials, now in use for construction of such designs are provided. The most widespread defects and damages are considered.

В настоящее время большепролетные покрытия современных промышленных зданий, а также таких крупных общественных зданий, как спортивные залы, дворцы спорта, здания современных супер- и гипермаркетов, часто проектируются как большепролетные плоскостные распорные конструкции.

К основным распорным конструкциям относятся рамы и арки (цилиндрические своды, опертые на фундаменты по всей длине, можно рассматривать как разновидность арки со значительно увеличенной шириной).

Рамы могут быть разнообразного очертания как с одним пролетом, так и со многими. Чем сложнее рама, тем большему числу ограничительных условия она должна удовлетворять, например, в отношении надежности фундаментов, распределения нагрузок и т. п. Поэтому чаще всего в практике строительства применяют однопролетные рамы П-образного очертания. Из однопролетных рам, комбинируя их с балками, можно получить конструкции разнообразных очертаний с разным числом пролетов.

Арки чаще всего проектируются кругового очертания, так как такие арки выполняются просто как в монолитном, так и в сборном варианте. Однако ось арки может быть очерчена и в виде других

плавных кривых, например, параболы и эллипса, а также кривых, состоящих из отрезков окружностей разных радиусов.

Рамы и арки могут быть бесшарнирными с жесткой заделкой опор, двухшарнирными (с шарнирным опиранием на фундамент) и трехшарнирными, у которых помимо двух шарниров на опорах есть еще один, который обычно располагают посередине пролета (рис. 1).

Бесшарнирные рамы и арки особенно чувствительны к неравномерным осадкам опор, поэтому их проектируют только на надежных основаниях, не допускающих таких осадков. В то же время среди распорных конструкций бесшарнирные рамы и арки наиболее экономичны по расходу материала; величина распора, т. е. горизонтальная составляющая реакции, в бесшарнирных наименьшая по сравнению с другими. Вместе с тем двухшарнирные рамы и арки менее чувствительны к небольшим осадкам грунта, чем бесшарнирные.

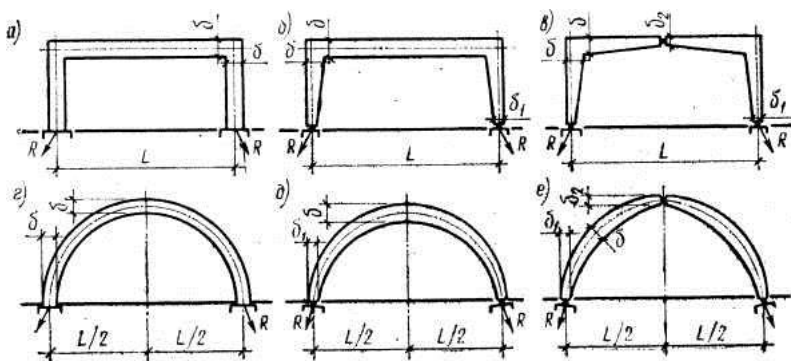


Рис. 1. Схемы рам и арок

а-рама бесшарнирная; б-двухшарнирная; в-трехшарнирная;
г-арка бесшарнирная; д-двухшарнирная; е-трехшарнирная;
L-пролет; δ -высота сечения рам и арок; δ_1, δ_2 -высота сечений
вблизи шарниров

Своды, которые можно рассматривать как разновидность арок большой ширины, в настоящее время изготавливаются преимущественно из железобетона, реже из бетона или камня. Наиболее простую конструкцию представляют собой гладкие цилиндрические своды, опирающиеся по всей длине своими нижними краями на фундаменты. Более прогрессивный вид цилиндрического свода представляет собой ребристый свод, собираемый из

однотипных железобетонных плит, окаймленных ребрами. Основными несущими элементами служат поперечные ребра, представляющие бой несущие арки, и продольные ребра, являющиеся связями.

Комбинируя пересекающиеся между собой цилиндрические поверхности, можно получить сомкнутый на прямоугольном или квадратном плане свод, многогранный купол, четырехгранный с горизонтальной вставкой, так называемый зеркальный свод, а также цилиндрический свод с врезкой цилиндров меньших размеров, называемый еще сводом с распалубками. Свод, образуемый пересечением двух цилиндров, открытых наружу, на квадратном плане, называется крестовым сводом, который в отличие от остальных сводов опирается на четыре стоящие отдельно фундамента (рис. 2). [1]

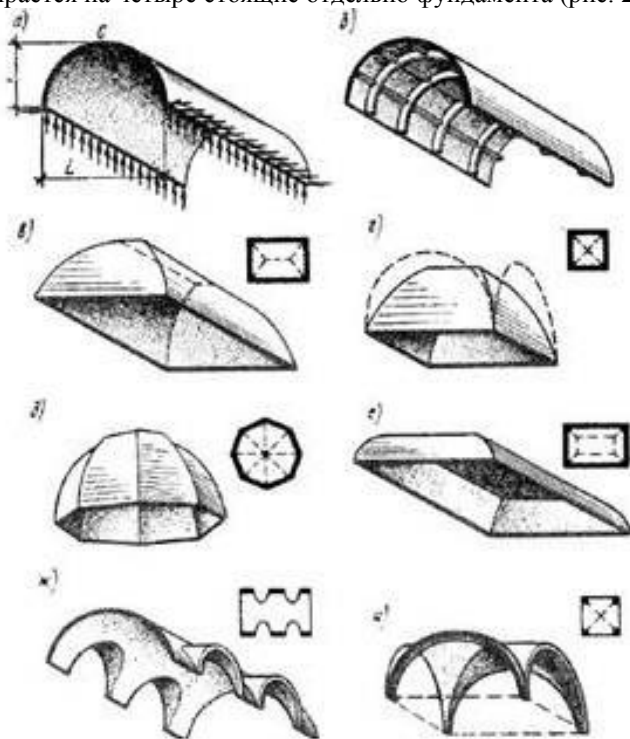


Рис. 2. Основные формы сводов
а-гладкий свод; б-ребристый; в,г,д-сомкнутый; е-зеркальный;
ж-цилиндрический с распалубками; з-крестовый

Материалами для изготовления распорных конструкций являются сталь, железобетон и дерево. Качество изготовления и монтажа конструкций регламентируются соответствующими нормативными документами. Однако в результате несовершенства норм и ошибок проектирования, низкого качества работ по изготовлению и монтажу конструкций, нарушений правил технической эксплуатации в конструкциях появляются отклонения от проектных размеров, формы и качества сверх допускаемых пределов. [2]

Рассмотрим самые распространенные повреждения конструкций, а также возможные последствия и мероприятия по их устранению, согласно [1][3][4]: в железобетонных конструкциях - сколы бетона, трещины в бетонных конструкциях, коррозия арматуры, прогибы, повреждения арматуры и закладных деталей (надрезы, вырывы); в стальных конструкциях – погнутости, вмятины, искривления, коррозия, отсутствие или ослабление крепежных анкерных болтов и заклепок, трещины в сварных швах; в деревянных конструкциях – продольные усущенные трещины, ослабление или отсутствие крепежных деталей, загнивание древесины, прогибы и изломы.

Учитывая, что на сегодняшний день достаточно мало проработаны вопросы восстановления работоспособности конструкций такого типа, нами предполагается разработать и предложить новые технические решения восстановления их эксплуатационных характеристик.

Литература

1. Казбек-Казиев З.А. Архитектурные конструкции: учебник для вузов по спец. «Архитектура»/ З.А. Казбек-Казиев, В.В. Беспалов, Ю.А.Дыховичный. – М.: «Архитектура-С», 2006 г. – 344 с, ил.
2. Валь В.Н. Усиление стальных каркасов одноэтажных производственных зданий при их реконструкции/ В.Н. Валь, Е.В. Горохов, Б.Ю. Уваров. – М.: Стройиздат, 1987 г. – 220 с.
3. <http://www.lidernsk.ru/articles/29/>
4. Калугин А.В. Деревянные конструкции: учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2003 г. – 224 с, ил.

Ключевые слова: арка, свод, железобетон, металл, дерево, повреждения

Keywords: arch, reinforced concrete, metal, tree, damages

Миронова Ольга Владимировна, магистрант гр. 6СМ04 Институт строительства КГАСУ, г. Казань, ул. Зелёная, д.1, КГАСУ, каф. ЖБиКК, newtura@mail.ru

Павлов Валерий Вадимович, доцент кафедры ЖБиКК КГАСУ, к.т.н., г. Казань, ул. Зелёная, д.1, КГАСУ, newtura@mail.ru

Olga Mironova, undergraduate с. 6SM04 construction KGASU Institute, Kazan, st. Green, 1, KGASU, dep. ZhBiKK

Pavlov Valeriy V., Associate Professor of Reinforced Concrete KGASU, Ph.D., Kazan, st. Green, 1, KGASU, newtura@mail.ru

Для цитирования:

Миронова О.В. Конструкции распорных перекрытий / О.В.Миронова, В.В. Павлов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 104 – 108.

Citation:

Mironova O.V. Floor structure, working with the thrust/ O.V. Mironova, V.V Pavlov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 104 – 108.

УДК 624.94.012.45

РАСЧЕТ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КАРКАСОМ, УЧИТЫВАЮЩИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТАДИИ

А.Н. Плотников, А.Г. Николаева

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова», г.Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье обобщаются проблемы, связанные с расчетом многоэтажных зданий с железобетонным каркасом. Одной из проблем является различная по величине деформация колонн, диафрагм и ядер жесткости. Если это явление не учитывается в расчетной модели здания, то при эксплуатационной нагрузке отметки верха конструкций будут иметь значительные отличия и в горизонтальных элементах возникнут изгибающие моменты, превышающие моменты от нагрузки на перекрытия. Дается анализ по величине неравномерных деформаций для наиболее распространенных конструктивных систем.

CALCULATION OF MULTI-STOREY BUILDINGS WITH A REINFORCED CONCRETE FRAME, TAKE INTO ACCOUNT THE DISTRIBUTION OF FORCES IN THE OPERATIONAL PHASE

Abstract

The article summarizes the problems associated with the calculation of multi-storey buildings with a concrete frame. One of the problems is different in magnitude deformation of columns, diaphragms and cores stiffness. If this phenomenon is not taken into account in the calculation model of the building, then the operational load level of the top structures will be significant differences in the horizontal elements arise bending moments, moments of excess load on the slab. An analysis of the largest non-uniform deformation for the most common structural systems.

Каркасные здания промышленного и гражданского назначения являются массовыми конструктивными системами. Они получили распространение благодаря широким возможностям объемно-планировочных решений внутреннего пространства, а также за счет полной индустриализации изготовления и монтажа конструкций.

В создание и развитие методов расчета многоэтажных каркасных конструкций большой вклад внесли такие известные ученые как А.В. Александров, В.Н. Байков, В.М. Бондаренко, А.П. Васильев, Б.С. Васильков, А.А. Гвоздев, П.Ф. Дроздов, Ю.В. Зайцев, А.С. Залесов,

А.С. Калманок, Б.В. Карабанов, Н.И. Карпенко, В.А. Клевцов, Э.Н. Кодыш, П.И. Кривошеев, С.М. Крылов, Л.Л. Лемыш, Л.Л. Паньшин, Д.М. Подольский, С.В. Поляков, А.Р. Ржаницын, Э.Е. Сигалов, В.Е. Сно, В.И. Травуш, В.В. Ханджи, Ю.Н. Хромец, Н.И. Шапошников, П.П. Шагин и многие др. Применяемые методы расчета многоэтажных каркасов основываются на плоских или пространственных моделях, взаимодействие элементов которых характеризуются, как правило, фиксированными жесткостными характеристиками, имеющими достаточную обоснованность для предельных состояний.

Реальная картина схемы работы многоэтажных каркасов является более сложной и по многим параметрам отличается от принятых на сегодняшний день расчетных схем. Из-за принципиально иной работы высотных зданий, связанной с проявлением и нарастанием степени влияния, факторов, не учитываемых из-за малости, в малоэтажных зданиях, распространение на высотные здания допущений и идеализаций, вводимых для малоэтажных систем является лишь отчасти верным. Например, вертикальной податливости элементов, последовательности возведения здания и других. Причем эта особенность является общей, т.е. результаты можно применить и к малоэтажным зданиям, рассматривая их как частный случай.

Фактические условия работы конструкции существенно зависят от конструктивных, эксплуатационных факторов и меняются во времени и нет достаточно обоснованных рекомендаций по определению жесткостных характеристик узловых сопряжений сборных конструкций, описанию закономерностей их изменения в процессе нагружения. Поэтому не в полной мере учитывается реальное пространственное распределения усилий и деформаций между каркасо-образующими подсистемами такими как продольные и поперечные рамы, диафрагмы жесткости, защемленные в дисках перекрытий и деформирование сборного диска перекрытия в плоскости и из плоскости.

Для получения надежных результатов необходима методика, позволяющая обоснованно производить расчеты каркасных зданий с учетом реальных свойств материалов, конструкций, их сопряжений и характера деформирования, формировать пространственные расчетные модели для реализации, например, по методу конечных элементов. Это относится к процессу дискретизации несущих конструкций, моделирования их работы и взаимодействия.

Особую актуальность эта проблема приобретает при возведении зданий и оценки резервов несущей способности, перераспределения усилий, вызванных изменением характера и величин внешних воздействий и расчетных схем [4]

В данной работе исследована расчетная ситуация, соответствующая технологии монтажа методом наращивания конструкции, и обоснована необходимость учета изменения исходных геометрических параметров элементов расчетной схемы. Обосновано применение расчетных инструментов при моделировании изменений расчетной схемы для различных процессов строительного и эксплуатационного периодов работы конструкций. Представлены предложения по выполнению расчетного анализа в рамках расчетного эксперимента для разных типов каркаса. Результаты исследований могут быть применены в расчетном анализе строительных систем, отдельных конструкций и опытных образцов с целью адекватного учета изменения расчетной схемы [1,2].

Как видно из результатов выполненных расчетов (рис. 1-4), разные типы каркасов по-разному реагируют на изменение подходов к расчету (стадийность, нелинейность).

При расчете с учетом последовательности монтажа вертикальные перемещения во всех типах каркасов имеют одинаковый характер, и разница между перемещениями с учетом ползучести составляет 2.5-3 мм

Продольные усилия колонн в связевом каркасе в упругой стадии расчета больше чем в рамном и рамно-связевом они отличаются между собой примерно на 25т: 275т, 250, 225т (связевый, рамный, рамно-связевый соответственно). В нелинейной постановке эта тенденция сохраняется: продольные усилия больше в связевом каркасе 96т, 89т, 81т (связевый, рамный, рамно-связевый соответственно). Как видно, значение продольных усилий при расчете в нелинейной постановке уменьшается в 2-2,5 раза. Поэтапность нагружения и ползучесть на это значение практически не влияет.

Характер изменения изгибающих моментов при расчете в упругой стадии и при расчете в нелинейной постановке при единовременном нагружении имеют сходный характер - увеличиваются по высоте здания, хотя отличаются по значению почти в 3-4 раза. А при расчете с поэтапным нагружением каркасов, происходит изменение характера распределения моментов по высоте здания, максимальное значение находится в его середине, причем значение этих моментов превышает значения, полученные при расчете с единовременным нагружением в рамно-связевом каркасе в

2-3 раза. При учете ползучести происходит увеличение значений изгибающих моментов в основном в верхних этажах в несколько раз.

Поперечные усилия в колоннах так же уменьшаются при расчете с одновременным нагружением не меняя характер. Тогда как при учете поэтапного нагружения происходит иное распределение этих усилий по высоте здания с максимумом в средней части каркаса (рамный и рамно-связевый каркас). В связевом каркасе усилия Q имеют локальный характер (на первых 2х этажах).

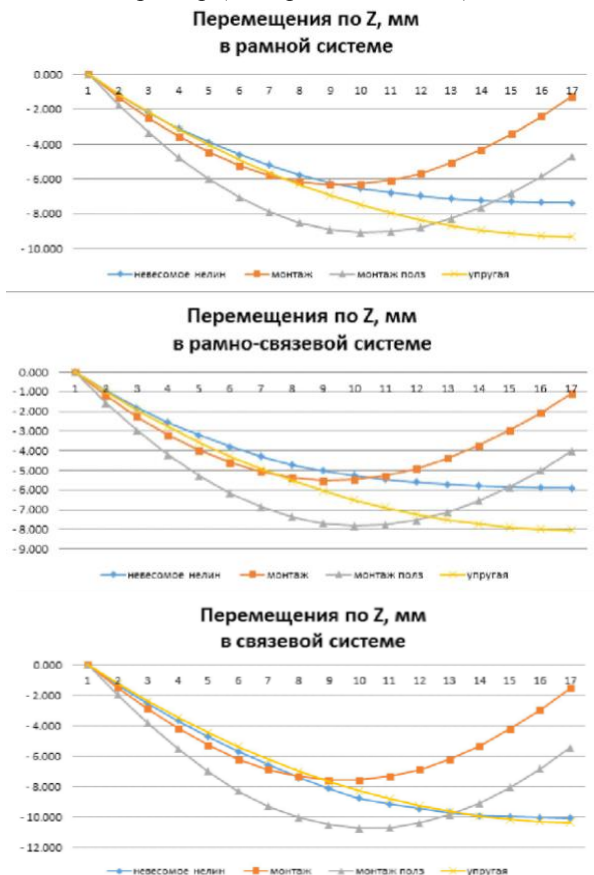


Рисунок 1 - Графики перемещений узлов рам по оси Z по высоте здания в разных типах каркасов.

◆ невисомое нелиней
 ■ монтаж
 ▲ монтаж полз
 ✕ упругая

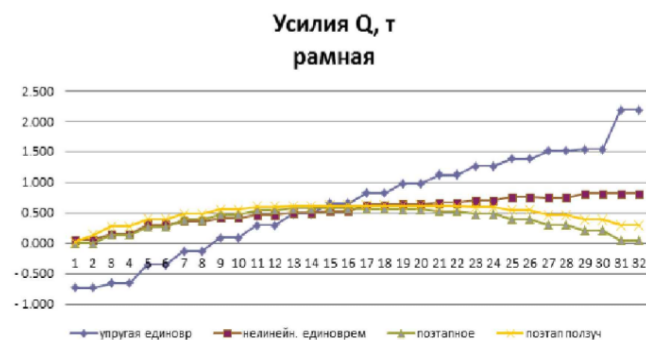
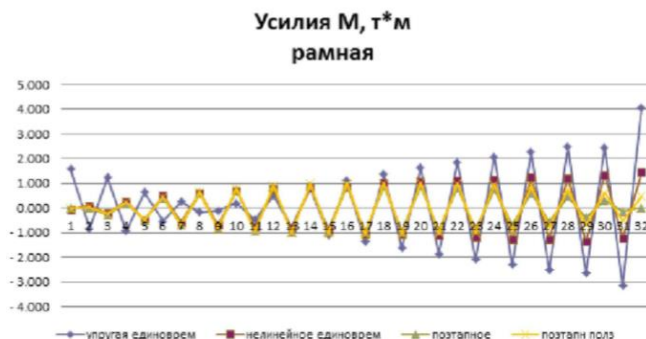


Рисунок 2 - Графики распределения усилий по высоте колонн в рамном каркасе

— упругая единовр — нелинейное единовр — поэтапное — поэтап ползучесть

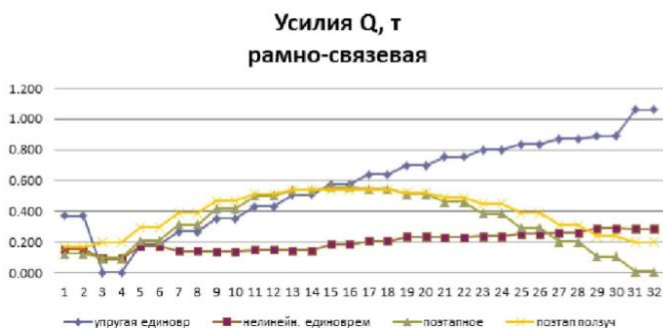
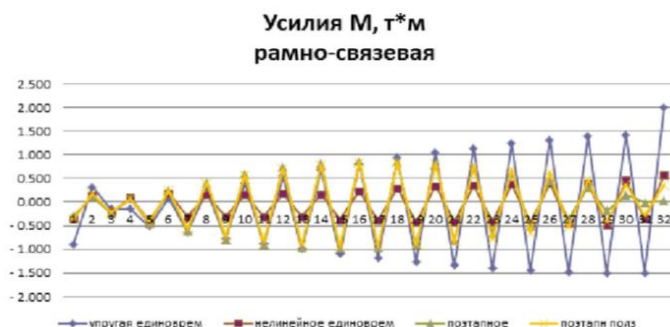
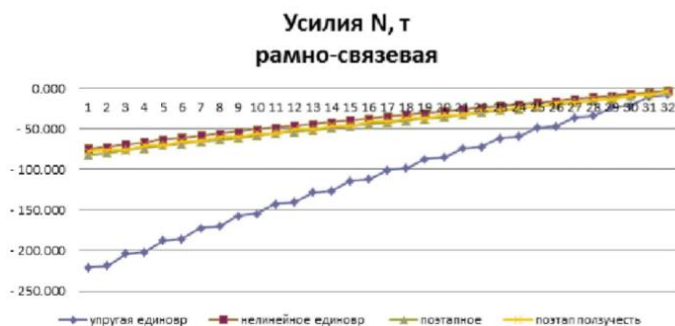


Рисунок 3 - Графики распределения усилий по высоте колонн в рамно-связевом каркасе

— упругая единовр — нелинейное единовр — поэтапное — поэтап ползучесть

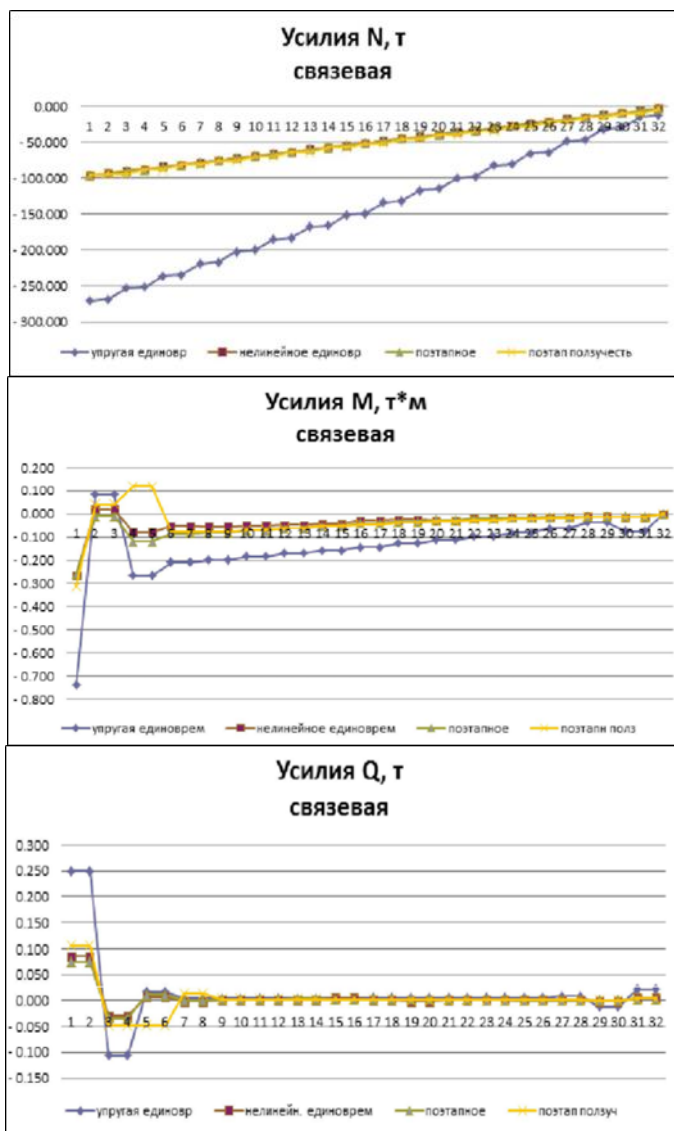


Рисунок 4 - Графики распределения усилий по высоте колонн в связевом каркасе

—♦— упругая единовр —■— нелинейное единовр —▲— постальное —✕— посталь ползучесть

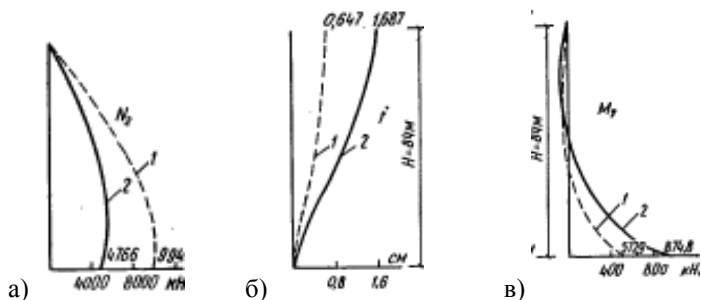


Рисунок 5 Эпюры продольных усилий в столбах несущей системы (а), график прогибов (б) и эпюра моментов (в) (1-линейный расчет, 2-нелинейный расчет) по [3].

При сравнении результатов, с результатами П.Ф.Дроздова [3], выявлен одинаковый характер зависимостей (рис.5)

В результате сравнения максимальных перемещений и продольных усилий во всех вариантах и реальных схемах (эталонах) было выяснено, что учет физической нелинейности привел к уменьшению продольных усилий и увеличению перемещений в горизонтальном направлении.

Расчет каркасов многоэтажных зданий из железобетона с учётом реальных свойств материалов, конструкций, их сопряжений и пространственного характера деформирования по методу конечных элементов при возведении зданий, помогает решить проблему оценки резервов несущей способности, перераспределения усилий, вызванных изменением характера и величин внешних воздействий и расчетных схем.

Актуальность и востребованность данной темы заключается в значимости этого вопроса для отечественного строительства, ежегодного увеличения строительства высотных зданий и зданий повышенной этажности. И с необходимостью дальнейшего развития методов расчета этих зданий. При этом совершенствование методов связано с дальнейшими исследованиями в моделировании расчетных схем реальных объектов, путем более детального учета факторов, влияющих на формирование напряженно-деформированного состояния конструкций.

Литература

1. Кабанцев, О.В. Расчет конструкций многоэтажных и высотных железобетонных зданий с учетом изменения основных

параметров расчетной модели в режимах возведения и эксплуатации / О.В.Кабанцев // Научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону (Москва, 12–16 мая 2014 г.). Т. 1. Теория железобетона. Железобетонные конструкции. Расчет и конструирование. – С. 282–292.

2. Кабанцев, О.В. Расчет несущих конструкций с учетом истории возведения и поэтапного изменения основных параметров расчетной модели / О.В. Кабанцев, А.В. Карлин // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 7. – С. 33–35.

3. Конструирование и расчет несущих систем многоэтажных зданий и их элементов / П.Ф. Дроздов Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1977. – 223 с.

4. Эффективность учета стадийности возведения при расчетах каркасов монолитных зданий // Управление ассортиментом, качеством и конкурентоспособностью в глобальной экономике. Сб.тр. VII заоч. междунар. научно-практ. конф.(30 мая 2016 г.).- Чебоксары: ЧКИ РУК, 2016. – с.164-167

5. Распределение усилий в современных каркасных системах в расчетах на стадии эксплуатации и возведения /Плотников А.Н., Николаева А.Г./ 2-ая Междунар. конф. (8-я Всеросс. конф.) НАСКР-2014 (20.11.2014 г. - 21.11.2014 г.). – Чебоксары: Изд.во Чуваш. ун-та, 2014. с. 187-194

Ключевые слова:

Каркас, плита, колонна, метод конечных элементов, железобетон, проектирование, конструирование, армирование

Keywords:

Frame, plate, column, finite element method, reinforced concrete, design, construction, reinforcement

Николаева Анастасия Георгиевна, ст. преподаватель, строительный факультет ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова», эл. почта: nag_sf@mail.ru

Плотников Алексей Николаевич, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», к.т.н., г.Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Anastasia Nikolaeva G., The Department of Civil Engineering Faculty, Chuvash State University, e-mail: nag_sf@mail.ru

Plotnikov Alexey Nikolaevich — Head of the Department of constructions, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), Ph. D., 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Для цитирования:

Николаева А.Г. Расчет многоэтажных зданий с железобетонным каркасом, учитывающий распределение усилий в эксплуатационной стадии / А.Г. Николаева, А.Н. Плотников // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 109 – 118.

Citation:

Nikolaeva A.G. Calculation of multi-storey buildings with a reinforced concrete frame, take into account the distribution of forces in the operational phase/ A.G. Nikolaeva, A.N. Plotnikov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 109 – 118.

УДК: 691-492

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ СЫПУЧЕЙ СРЕДЫ НА ВНУТРЕННЮЮ СТЕНКУ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

М.В.Петров, Т.Г.Федорова, Е.Г.Гоник

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

Для транспортировки сыпучих грузов применяют большие емкости, установленные на автоприцепы, на железнодорожные вагоны. Одной из наиболее часто используемых емкостей является цистерна, представляющая собой тонкостенную цилиндрическую оболочку. При загрузке, разгрузке и транспортировке сыпучих материалов в цистернах могут возникать аварийные ситуации, связанные с потерей устойчивости цистерны. Для исследования явления потери устойчивости, необходимо знать величину давления на стенку цилиндрической оболочки, создаваемое сыпучим веществом. В данной статье приведен один из способов определения давления сыпучего материала на внутреннюю стенку цилиндрической оболочки.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF PRESSURE GRANULAR MEDIUM ON THE INNER WALL OF THE CYLINDRICAL SHELL

Abstract

For transportation of large bulk cargo container is used, mounted on trailers on rail cars. One of the most often used containers is a tank, which is a thin-walled cylindrical shell. When loading, unloading and transportation of loose materials in tanks may arise emergency situations associated with the loss of stability of the tank. To study the phenomenon of loss of stability, it is necessary to know the amount of pressure on the wall of the cylindrical shell, produced solids. This article shows one way to determine the pressure of the bulk material on the inner wall of the cylindrical shell.

Давление на стенку цилиндрической оболочки можно измерять с помощью полупроводникового преобразователя давления [1], тензометрического преобразователя давления [2], мессдозами для определения давления в порошке [3].

Для исследования величины давления, создаваемого сыпучим веществом, на внутреннюю стенку оболочки была разработана и изготовлена установка, изображенная на рис.1

Экспериментальная установка состоит из: 1-образец в виде тонкостенной цилиндрической оболочки; 2-поддерживающая опора, к которой крепится образец; 3-накладки переходники; 4-гибкие трубки; 5-стеклянные пьезометрические трубки.

Образец 1 жестко закрепляется на опоре 2. На середине образца продельваются отверстия 1-5 диаметром 20мм по окружности с шагом через 30°, начиная с самой нижней точки рис.2. На эти отверстия с внутренней стороны образца приклеивается мембрана из гибкого материала.

С наружной стороны оболочки в этих пяти точках плотно приклеивают накладки переходники 3 со сквозным внутренним отверстием, равным диаметру отверстия в образце. Гибкие трубки 4 герметично соединяют накладки переходники со стеклянными трубками 5. На стеклянных трубках 5 нанесена шкала для измерения уровня жидкости. Трубки 4 и 5 заполнены жидкостью. В нашем случае заполнены спиртом.

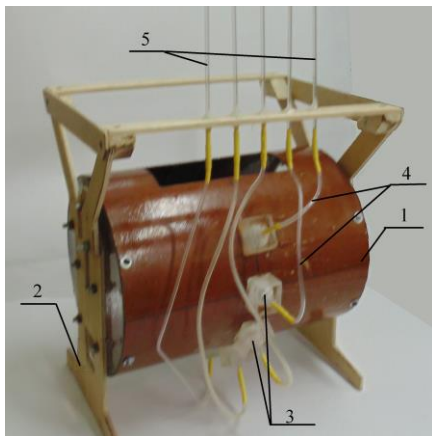


Рис.1.

Цилиндрическая тонкостенная оболочка 1 имеет следующие размеры. Длина образца 260мм, наружный диаметр 280мм, толщина стенки 1,35мм. Материалом оболочки является алюминиевый сплав.

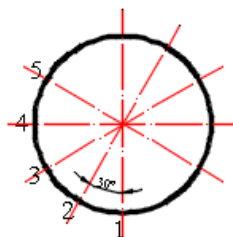


Рис.2

Методика проведения эксперимента.

Данная экспериментальная установка основана на измерении уровня вытесненной жидкости в пьезометрических трубках 5 при заполнении оболочки сыпучим веществом.

До начала проведения опыта фиксируется уровень жидкости во всех пьезометрических трубках и записываются в журнал измерений. Сыпучий материал порциями постепенно заполняется в испытываемую оболочку. При засыпке каждой порции сыпучего вещества замеряются уровни жидкости во всех трубках и замеряется высота уровня сыпучего вещества в образце от самой нижней точки 1 рис.2. При загрузке образца на 90% эксперимент завершается.

Таким образом, было измерено давление на внутреннюю стенку оболочки сыпучих веществ: железных порошков ПЖ-3, ПЖ-5. После измерения давления сыпучего материала на внутреннюю стенку образца производилась тарировка результатов. В образец 1 заливалась вода на различные уровни и замерялись уровни спирта в пьезометрических трубках 5. Давление воды на мембраны устройства в пяти точках вычислялось по формуле [4]:

$$P = \gamma \cdot h,$$

где γ - удельный вес воды,

h - высота от уровня жидкости до исследуемых точек 1-5.

Результаты в виде шкалы давления наносились на наружную сторону пьезометрических трубок. Таким образом, разница уровней спирта в пьезометрических трубках позволяет вычислить давление сыпучего материала на внутреннюю стенку образца.

Литература.

1. Патент СССР №1464055, кл. G 01 L 9/04. Полупроводниковый преобразователь давления. Авторы патента: Заседателев В.С., Заседателев С.М., Куренков В.В. Опубл. 1987.

2. Патент СССР №2120116.Тензометрический преобразователь давления. Авторы патента: Елисеев Ю.А., Аверьянов Н.К., Левит Ю.С.

3. Патент СССР (51)5 В 22 F 3/04, В 30В 05/02. Месдоза для определения давления в порошке. Авторы патента: Павлов В.А., Попов Б.В., Якунин С.Н.

4. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Гидравлика: учебное пособие. М.: Высшая школа, Абрис 2012. - 199 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ: Грант №16-38-60051 мол_а_дк.

Ключевые слова: месдоза, образец, оболочка, преобразователь, пьезометрические трубки, устойчивость, цистерна.

Keywords: load cell, a sample, envelope, converter, piezometric tube, stability, tank.

Петров Михаил Васильевич,

доктор технических наук, профессор кафедры строительных конструкций строительного факультета ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». г. Чебоксары, Чувашская Республика, Приволжский федеральный округ РФ, пр-т Московский, д. 15, 428015. e-mail: katya.gonik@mail.ru, тел. 89278524130.

Федорова Татьяна Георгиевна

кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций строительного факультета ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». г. Чебоксары, Чувашская Республика, Приволжский федеральный округ РФ, пр-т Московский, д. 15, 428015. e-mail: tanusha2884@mail.ru, тел. 89196539652.

Гоник Екатерина Григорьевна

старший преподаватель кафедры строительных конструкций строительного факультета ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». г. Чебоксары, Чувашская Республика, Приволжский федеральный округ РФ, пр-т Московский, д. 15, 428015. e-mail: katya.gonik@mail.ru, тел.89196546255.

Petrov, Mikhail Vasilyevich, doctor of technical Sciences, Professor of the Department of building construction faculty of fsbei HPE "Chuvash state University. I. N. Ulyanov". Cheboksary, Chuvash Republic, Volga Federal district of the Russian Federation, PR-t Moskovskiy, d. 15, 428015. e-mail: katya.gonik@mail.ru, tel. 89278524130.

Fedorova Tatyana Georgievna

candidate of technical Sciences, docent of the chair of building construction of building of faculty of fsbei HPE "Chuvash state University. I. N. Ulyanov". Cheboksary, Chuvash Republic, Volga Federal district of the Russian Federation, PR-t Moskovskiy, d. 15, 428015. e-mail: tanusha2884@mail.ru, tel. 89196539652.

Gonic Ekaterina Grigoryevna, senior lecturer of the Department of building construction faculty of fsbei HPE "Chuvash state University. I. N. Ulyanov". Cheboksary, Chuvash Republic, Volga Federal district of the Russian Federation, PR-t Moskovskiy, d. 15, 428015. e-mail: katya.gonik@mail.ru, tel. 89196546255.

Для цитирования:

Петров М.В. Экспериментальное определение давления сыпучей среды на внутреннюю стенку цилиндрической оболочки / М.В. Петров, Т.Г. Федорова, Е.Г. Гоник // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 119 – 123.

Citation:

Petrov M.V. Experimental determination of pressure granular medium on the inner wall of the cylindrical shell/ M.V. Petrov, T.G. Fedorova, E.G. Gonic // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 119 – 123.

УДК 624.073

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ КЕРАМЗИТОБЕТОНА СО СТАЛЬНОЙ И КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРОЙ

А.Н. Плотников, П.А. Васильев

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»,

г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье представлены в сопоставлении результаты испытаний нагружением на стенде трехслойных наружных стеновых панелей крупнопанельного здания с несущими слоями из конструкционного керамзитобетона со стальной и стеклопластиковой арматурой. Дается описание методики испытаний с отдельным нагружением перемычечной и простеночных частей. Приведены параметры оценки в виде графиков деформаций. Несущая способность оценивалась по предельным деформациям бетона на сжатие, измеряемая на поверхности.

COMPARISON TEST OF THREE-LAYER OUTDOOR WALL PANELS MADE FROM KERAMZIT-CONCRETE WITH STEEL AND COMPOSITE REINFORCEMENT

Abstract

The article presents the results of the tests in relation to the loading of stand three-layered exterior wall panels of large buildings with load-bearing layers of structural keramsit-concrete with steel and fiberglass reinforcement. A description of test methods with separate loading of lintels and endings parts. The parameters of the assessment in the form of the deformation graphs. The bearing capacity was evaluated by limiting the concrete compressive strains measured on the surface.

Массовое строительство требует снижения себестоимости. Этого можно добиться, в частности, заменой тяжелого бетона в трехслойных стеновых панелях на конструкционный керамзитобетон. При этом, во-первых, объемный вес такого бетона в 1,5 раза меньше, чем тяжелого. Это существенно снижает вес панелей. Во-вторых, улучшаются теплозащитные свойства. У панелей, выполненных из керамзитобетона сопротивление теплопередаче R_0 на 0,14 м²С/Вт больше, чем у панелей из тяжелого бетона. В-третьих, повышается

предел огнестойкости, как минимум на 20 %. Кроме этого уменьшается стоимость таких конструкций.

Наряду с заменой состава бетона в трехслойных стеновых панелях, существует вариант замены стальной арматуры на композитную, в частности, стеклопластиковую. Этот материал все более входит в практику строительства. Появляются ранее отсутствовавшие нормативные документы [1]. Стеклопластиковая арматура - материал, полученный из тонких стеклянных волокон, собранных в пучки и пропитанных связующими смолами, в сравнении со стальной, обладает следующими преимуществами: не намагничивается и не проводит электричество, устойчива к коррозии и химическому воздействию, обладает плотностью в 4 раза меньше, чем у стальной, теплопроводность композитной арматуры в 100 раз ниже.

Вместе с достоинствами керамзитобетон и стеклопластик имеют и ряд недостатков. Отличается работа керамзитобетона на растяжение в сравнении с тяжелыми бетонами. В НИИЖБ на основе обобщения результатов испытаний почти 300 образцов с различными легкими заполнителями выяснили, что их прочность на растяжение на 20-30% ниже, чем у тяжелого бетона [3]. Большое влияние на прочность по растяжению влияет крупность пористых заполнителей, а также дефектов в структуре [6]. Модуль упругости керамзитобетона также уступает тяжелому бетону. Это вызвано меньшей плотностью и невысоким модулем упругости заполнителя. В связи с этим, прогибы железобетонных элементов на пористых заполнителях, вызванные кратковременной нагрузкой, на 10-30% больше, чем на плотных [6]. Кроме того, водопоглощение керамзитобетона почти на 40% больше равнопрочного с ним тяжелого бетона. Вследствие вдвое большей паропроницаемости легкого бетона следует предусматривать специальные мероприятия для агрессивных сред. Эти свойства могут отрицательно повлиять на долговечность конструкций, особенно ограждающих. Что касается стеклопластиковой арматуры, то здесь также имеются свои проблемы. И главная из них, это низкое значение модуля упругости (примерно в 4 раза меньше чем у стальной) и отсутствие площадки текучести. Такая арматура не работает на сжатие. Из нее невозможно изготовить гнутые арматурные изделия. По результатам опытов [2], нормативная огнестойкость конструкций обеспечивается, однако характер разрушения носит хрупкий, мгновенный характер. Для надежности конструкции также необходима и качественная адгезия материалов. И в этом плане стеклопластик проигрывает стальной арматуре.

Несмотря на ряд отмеченных недостатков керамзитобетона и композитной арматуры их применение можно обосновать в ряде конструктивных систем, прежде всего в бескаркасных крупнопанельных зданиях. По обобщенным данным [8] жесткость таких зданий в 9 – 10 – этажном исполнении имеет запас в 2 – 3 раза. Нормальные напряжения распределяются по большой площади вертикальных несущих элементов (стен), плиты перекрытия опираются по контуру и также обладают повышенной несущей способностью и жесткостью.

Для исследования основных свойств конструкционного керамзитобетона в качестве тонких несущих слоев, была проведена серия испытаний трехслойных стеновых панелей, выполненных в первом случае из керамзитобетона плотностью 1550 кг/м^3 со стальной арматурой [9, 10], а во втором, с применением стеклопластиковой арматуры. Испытанные стеновые панели предназначены для применения в 10-этажных зданиях, на несущий внутренний слой опираются плиты перекрытий (опертые по контуру), на облицовочный слой опираются плиты лоджий длинной стороной. Размеры панели: $3,185 \times 2,685 \text{ м}$; толщина слоев: несущего 120 мм, утеплителя 150 мм, облицовочного 80 мм.

В обоих случаях испытания проводились на натурной конструкции – панели, закрепленной на стенде, по различным схемам – в составе панельной сборки, в силовой раме (Рис. 2,3) в соответствии с требованиями ГОСТ 8829 «Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением и оценка прочности, жесткости и трещиностойкости». Испытания проходили по отдельным схемам для перемычной и простеночных частей в связи с различным уровнем прикладываемой нагрузки. На результат испытаний простенков отсутствие нагрузки на перемычку не сказывается, при испытании перемычки отсутствие пригруза в опорной ее части, по простенкам, идет в запас прочности по анкеровке арматуры перемычки. Местом проведения испытаний являлся Новочебоксарский ДСК. Схема испытания приведена на Рис.1, где показан порядок расстановки измерительных приборов (прогибомеров П1–П4, мессур М1–М6, тензометров Д1–Д6, индикаторов сдвига между слоями О1–О2).

В работе использовались прогибомеры Аистова 6ПАО с точностью 0,01 мм, индикаторы часового типа ИЧ – 10, с точностью 0,01 мм, электронные тензометры ДПЛ-10 с подключением к регистратору «Терем – 4.0» с точностью 0,001 мм.

Для конструкции из металлической и стеклопластиковой арматуры контрольная нагрузка принималась различной. Исходя из свойств стеклопластика – пониженного модуля упругости, но в то же время из менее жестких требований по трещиностойкости конструкции с композитной арматурой, коэффициент безопасности для конструкции со стеклопластиковой арматурой получился больше. Как вытекает из приложения «Л» к СП 63.13330.2012., к трещиностойкости предъявляются пониженные требования, из соотношения допускаемой ширины трещин, 0,7 мм – для стеклопластика [1,2], 0,4 мм – для стали, трещины могут быть шире в 1,75 раза. Однако в предельном состоянии по прочности трещины для стали увеличиваются до 0,5 мм от 0,3 мм допустимых, т.е. в 1,67 раза.

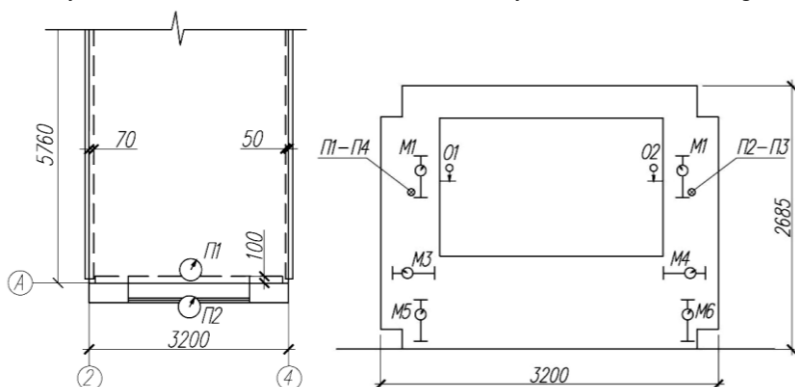


Рисунок 1. Схемы расположения измерительных приборов на перемычной и простеночных частях.

При определении расчетного сопротивления стеклопластиковой арматуры по приложению «Л» свода правил учитывается длительно действующая нагрузка путем введения коэффициента снижения сопротивления растяжению $\gamma_{f,l}$. По стальной арматуре такого требования нет. Отсюда для стеклопластиковой арматуры превышение нагрузки при испытании относительно расчетной должно быть порядка 3,33. Этот коэффициент перекрывает собой значения коэффициента $C = 1,6$ для бетона по ГОСТ 8829. Следовательно, можно принять для изгибаемых элементов коэффициент $C = 3,33$.

С учетом допустимости ширины раскрытия трещин для стеклопластиковой арматуры до 0,5 мм при длительно действующей нагрузке это превышение будет несколько скорректировано по несущей способности как $C = 3,33 / 1,67 = 2$.

В первом испытании в качестве нагрузки на перемычную часть использовались бетонные блоки, раскладываемые на плите перекрытия (Рис.2), а для простеночных частей в качестве нагружающего устройства использовался гидравлический домкрат ДГ200П200, закрепленный в металлической силовой раме с ручным насосом и манометром.



Рисунок 2. Испытания перемычной и простеночной частей

Загружение проводилось ступенями, составляющими 0,2 от контрольной нагрузки по проверке прочности. После каждой ступени нагружения снимались отсчеты по приборам; производился осмотр конструкции, фиксировались трещины в случае их образования. Нагрузка подавалась ступенями с выдержкой по 15 мин.

В ходе испытаний производились следующие измерения: а) поверхностные деформации бетона внутренней поверхности несущего слоя панели мессурами и тензометрами; б) поперечных деформаций бетона простенков мессурами; в) выгибы простенков из плоскости прогибомерами 6ПАО; г) величины сдвига между слоями панели индикаторами часового типа ИЧ-10.

На рисунке 3 представлен сравнительный график прогибов перемычек панелей из керамзитобетона со стальной арматурой (П1, П2) и такой же панели со стеклопластиковой арматурой (П1*, П2*). Как видно из графиков, до нагрузки 2,38 кН/м перемычка со стальной арматурой работает как сплошное тело, после образования трещины в середине пролета наклон графиков увеличивается в результате снижения изгибной жесткости.

Судя по начальному наклону графиков при испытании со стеклопластиковой арматурой деформативность оказалась меньше, чем в ходе первого этапа испытаний. Причиной этому стал бетон, имеющий прочность, больше в 1,22 раза и, соответственно, больший

модуль упругости. По результатам испытаний прогиб перемычной части составил 2,23мм, что не превышает предельно допустимого значения. Несущая способность перемычки составила не менее 4,38 тс/м без учета собственного веса плиты перекрытия. Несущая способность одного простенка не менее 27,7 тс по продольной силе.

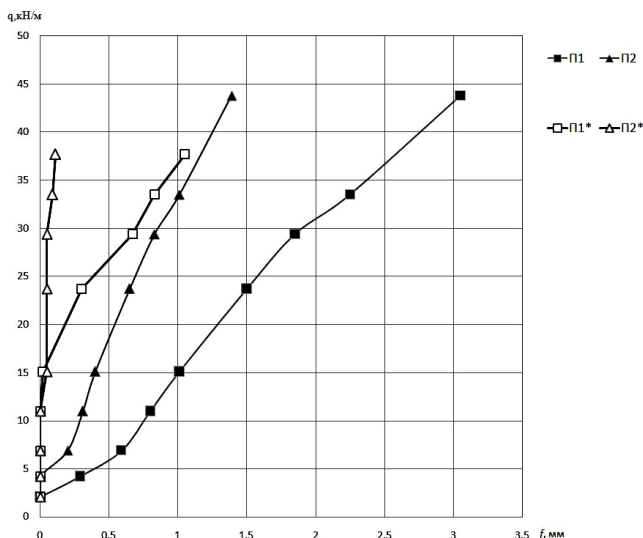


Рисунок 3. График прогибов перемычек: П1, П1* - со стальной и стеклопластиковой арматурой несущего слоя, П2, П2* - то же, облицовочного слоя

На графиках (рис. 4) выгиб панели со стальной арматурой из плоскости по П1 – П4 на контрольной ступени по двум противоположным сторонам составил 0,95 мм (левый простенок), 2,5 мм (правый простенок), что согласуется с результатами подобных испытаний [7]. Относительные смещения слоев панелей в результате подвижки стеклопластиковых связей составили не более 0,37 мм. Контрольное значение продольной деформации на поверхности бетона 0,9 мм (на базе 460 мм) не достигнуто. На графиках (рис.5) выгибов слоев простеночных частей панели со стеклопластиковой арматурой наблюдается резкий скачок, он связан с преодолением силы трения между рамой и панелью.

Несущая способность простенка со стальной арматурой составила 27 тс, со стеклопластиковой 23 тс, что меньше в 1,17 раза. В этом случае сказалось отсутствие сопротивления арматуры на сжатие.

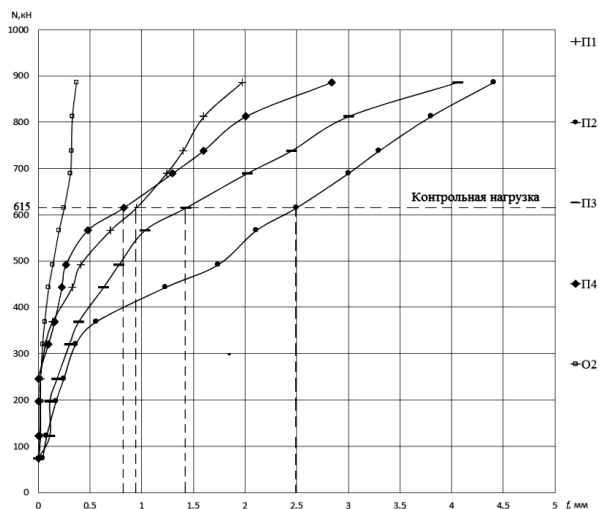


Рисунок 4. График выгибов слоев простенков (стальная арматура)

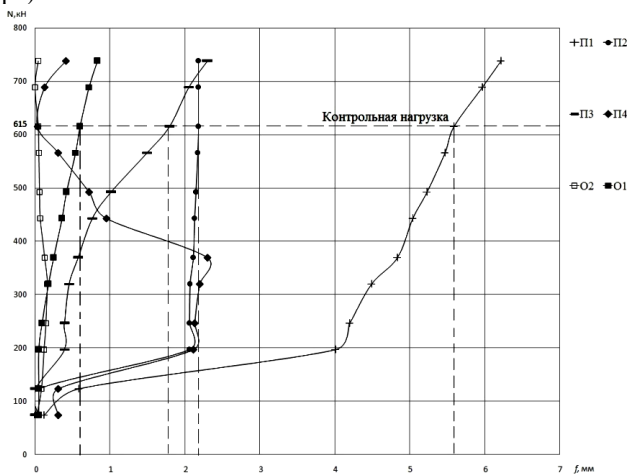


Рисунок 5. График выгибов слоев простенков (стеклопластиковая арматура)

В результате сопоставительных испытаний было установлено, что переемы и простеночные части трехслойной стеновой панели, при выполнении несущих слоев из керамзитобетона, в том числе со стеклопластиковой арматурой обладают достаточной

прочностью, жесткостью и трещиностойкостью. При использовании стеклопластиковой арматуры, несущая способность панели снижается не более чем на 20 %. Однако, это снижение при обычном запасе несущей способности и жесткости крупнопанельных зданий в 2 – 3 раза не оказывает на результат существенного влияния.

Литература

1. СП63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. (СНиП 52-01-2003).
2. Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции. М.: Стройиздат, 1980.
3. Довгалоук В.И., Кац Г.Л. Конструкции из легких бетонов для многоэтажных каркасных зданий. М.: Стройиздат, 1984.
4. Иванов И.А. Технология легких бетонов на искусственных пористых заполнителях. М.: Стройиздат, 1974.
5. Бужевич Г.А. Легкие бетоны на пористых заполнителях. М.: Стройиздат, 1970.
6. Маилян Р.Л. Проектирование и расчет конструкций из легких бетонов / Бетон и железобетон. №7. 1985.
7. Испытания сборных железобетонных конструкций: Учебное пособие для студентов вузов/ Комар А.Г. и др.- М.: Высшая школа, 1980.
8. Пособие по проектированию жилых зданий. Вып. 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85). 1989.
9. Васильев П.А., Марозаите И.Р. Применение керамзитобетона для несущих тонкостенных элементов крупнопанельных зданий // Строительство – формирование среды жизнедеятельности [Электронный ресурс]: сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (27–29 апреля 2016 г., Москва) / Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. – Электрон. дан. и прогр. (46,6 Мб). – Москва : НИУ МГСУ, 2016. – с. 243 – 248.
10. Марозаите И.Р., Васильев П.А., Плотников А.Н. Применение керамзитобетона для несущих тонкостенных элементов панельных зданий // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 23 – 28 ноября 2015 г.) в 8 ч. Часть 5. Инновации в строительстве, природообустройстве и техносферной безопасности. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. – с. 123 – 124.

Ключевые слова: керамзитобетон, стеновая панель, арматура, сталь, стеклопластик, испытания, прочность, деформации, применение.

Keywords: keramsit-concrete, wall panels, reinforcement, steel, fiberglass, test, strength, deformation, application

Плотников Алексей Николаевич, заведующий кафедрой «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Васильев Петр Александрович – магистрант 2 курса ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г.Чебоксары, Московский пр., 15; aztek7sm@mail.ru.

Plotnikov Alexey Nikolaevich — Head of the Department of constructions, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; plotnikovAN2010@yandex.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Vasilev Petr Alexandrovich - Master 2nd year, Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; aztek7sm@mail.ru.

Для цитирования:

Плотников А.Н. Сопоставительные испытания трехслойных наружных стеновых панелей из керамзитобетона со стальной и композитной арматурой / А.Н. Плотников, П.А. Васильев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 124 – 132.

Citation:

Plotnikov A.N. Comparison test of three-layer outdoor wall panels made from keramsit-concrete with steel and composite reinforcement / A.N. Plotnikov, P.A. Vasilev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 124 – 132.

УДК 624.07

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ МОНОЛИТНЫХ УЧАСТКОВ В ПЕРЕКРЫТИЯХ ЗДАНИЙ ИЗ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

В.М. Поздеев

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

А.В. Средин

ООО «Центр многофункционального каркасного строительства»,
г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

В статье рассмотрены предложение и результаты испытания монолитного участка между сборными плитами перекрытия здания. Целью работы являлась совершенствование конструктивного решения монолитных участков шириной до 900 мм. Предложено выполнять бетонирование технологических разрывов плит без устройства набетонки на смежные сборные плиты. Работоспособность предложенной конструкции подтверждена натурными испытаниями.

IMPROVED DESIGN SOLUTIONS MONO-LITNYH LAND IN FLOORS OF BUILDINGS OF PREFABRICATED CONCRETE SLABS.

Abstract.

The article describes the proposal and the results of tests monolithic area between the national building floor slabs. The aim is the improvement of constructive solutions monolithic sections up to 900 mm wide. It is proposed to carry out concreting technological gaps slabs without any footings on adjacent precast slabs. The efficiency of the proposed structure is confirmed by field trials.

В многоэтажных зданиях наиболее распространенным видом междуэтажных перекрытий зданий являются настилы из сборных многопустотных плит. При необходимости устройства проемов (вентиляционных или других) в перекрытиях между сборными конструкциями оставляют зазоры. Небольшие расстояния, размером от 300 до 900 мм, перекрываются с помощью устройства монолитных участков. Как показал анализ проектов зданий, на сегодняшний день многие проектные организации, при проектировании монолитных участков используют типовое решение, разработанное для перекрытий из многопустотных плит серии 1.141-1. На рис. 1 показано конструктивное решение монолитного участка шириной до

900 мм. За расчетную схему принимается работа плиты по балочной схеме в поперечном направлении.

Типовое решение имеет существенный недостаток в виде необходимости устройства выступающей за уровень верха плит набетонки толщиной 30 – 50 мм. Кроме усложнения работ, выступ в перекрытии мешает устройству полов, прокладке коммуникаций (например, при устройстве «теплых полов»).

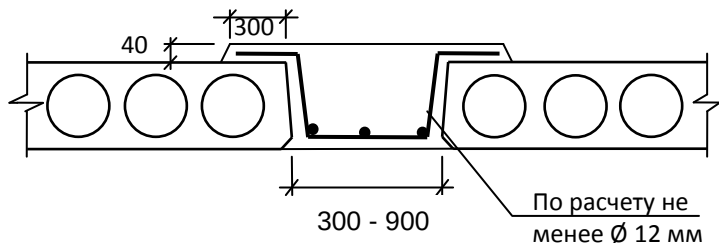


Рис. 1. Типовое решение для монолитных участков между сборными плитами серии 1.141-1

В настоящее время многие заводы железобетонных изделий перешли на изготовление многопустотных плит по безопалубочной технологии. Плиты ПБ имеют несколько иной профиль поперечного сечения: по краям в верхней и нижней поверхности плиты имеются выступы. В рекомендации по применению плит устройство монолитных участков предлагается оставить прежним [1].

ООО «Центр МКС» (Йошкар-Ола) совместно с ПГТУ разработали новое конструктивное решение участков замоноличивания без выступающей набетонки (рис. 2).

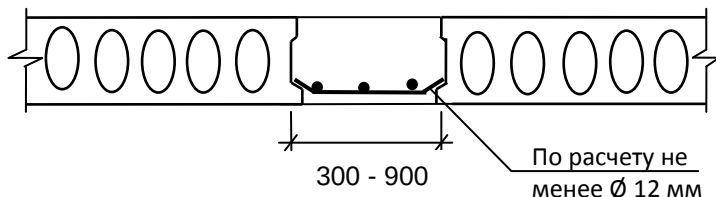


Рис. 2. Конструкция монолитных участков для перекрытий из плит типа ПБ для ширины 300 – 900 мм.

Арматурная сетка укладывается на нижние выступающие углы сборных плит. Пространство между плитами заполняется

монолитным бетоном высотой, соответствующей высоте плит, то есть 220 мм. Таким образом, упрощается технология устройства участка.

Возможность применения предложенного решения была подтверждена теоретически путем проверки расчетом на прочность нижнего выступа плиты на срез от полезной расчетной нагрузки и веса бетона участка замоноличивания:

$$Q \leq R_{bsh} h b;$$

где R_{bsh} – прочность бетона на срез принималась равной $2 R_{bt}$ согласно [2], h – высота выступа плиты, b – длина рассчитываемого участка 1 м.

Для проверки предложенной конструкции монолитного участка было проведено испытание на натуральных конструкциях в условиях реального строительства жилого дома. Опытный участок перекрытия, включающий монолитный участок и две многпустотные плиты, испытывался на равномерно распределенную нагрузку. Загружение монолитного участка и двух плит проводилось силикатным кирпичом до нагрузки 457 кгс/м^2 . Данное значение соответствовало нормативной проектной нагрузке, включающей вес от стяжки, пола, перегородок и полезной нагрузке для квартир жилых зданий. Для выявления характера работы монолитного участка и величины деформаций в середине пролета плит были установлены индикаторы ИЧ-50 по схеме на рис. 3.

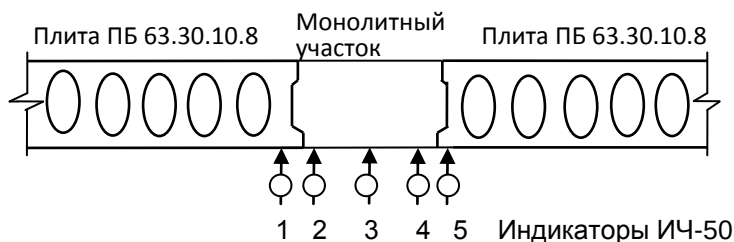


Рис. 3. Схема расстановки индикаторов при испытании опытного участка

Данные испытания приведены в таблице.

В процессе испытания трещины в конструкциях не появились. Не выявлено и трещинообразования конструкций по линиям сопряжений. При нагрузке 457 кгс/м^2 признаки разрушения конструкций отсутствовали. Загружение было прекращено, затем была проведена разгрузка опытного участка. Приборы вернулись в нулевое положение.

Таблица

Этап	Средняя нагрузка на участок испытания, кгс/м ²	И-1 Прогиб, мм	И-2 Прогиб, мм	И-3 Прогиб, мм	И-4 Прогиб, мм	И-5 Прогиб, мм
0		0	0	0	0	0
1	45,79	0,02	0,05	0,05	0,02	0,02
2	91,58	0,04	0,09	0,08	0,05	0,05
3	137,37	0,06	0,11	0,1	0,07	0,09
4	183,16	0,10	0,14	0,14	0,09	0,11
5	228,95	0,12	0,17	0,17	0,13	0,15
6	274,74	0,17	0,22	0,22	0,18	0,2
7	320,53	0,21	0,25	0,25	0,22	0,24
8	366,31	0,24	0,27	0,28	0,26	0,28
9	412,10	0,28	0,32	0,33	0,31	0,33
10	426,61	0,31	0,35	0,35	0,32	0,35
11	442,44	0,32	0,35	0,36	0,33	0,37
12	457,89	0,34	0,38	0,39	0,38	0,39
Разг-рузка	0	0,09	0,03	0,04	0,03	0,03
	0	0,02	0	0,02	0,01	0,01

Максимальные прогибы по приборам И-1 ... И-5 соответственно составили: 0,34 мм, 0,38 мм, 0,39 мм, 0,38 мм, 0,39 мм. Можно констатировать, что все три конструкции перемещались одинаково. Смещения монолитного участка относительно плит не выявлено. Конструкции в процессе загрузки работали в упругой стадии. Балочная схема работы монолитного участка в поперечном направлении не реализовалась.

Отсутствие признаков разрушения и трещин в процессе испытания, а также линейное возрастание прогибов и возвращение приборов в «нулевое» положение свидетельствует о том, что эксплуатационные характеристики монолитного участка соответствуют требованиям, предъявляемым железобетонным конструкциям.

Литература

1. Рекомендации по применению многпустотных плит перекрытий, изготавливаемых способом непрерывного формования на длинных стендах (дополнение к ИЖ 568-03) / ГУП НКЦЦ.– М.: 2005. - 17 с.

2. Байков В.Н. Железобетонные конструкции: общий курс: Учеб. для вузов / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов.- 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. -767 с.

Ключевые слова: монолитный участок, плиты безопалубочного формования, испытание перекрытия.

Keywords: monolithic area, plate formless molding, overlap test.

В.М. Поздеев кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», kskio@volgatech.net.;

А.В. Средин исполнительный директор ООО «Центр МКС», alexsredin@gmail.com.

V. M. Pozdeev candidate of technical sciences, associate professor, Volga State University of Technology;

A.V. Sredin Executive Director LLC «CENTER MFB».

Для цитирования:

Поздеев В.М. Совершенствование конструктивных решений монолитных участков в перекрытиях зданий из сборных железобетонных плит / В.М. Поздеев, А.В. Средин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 133 – 137.

Citation:

Pozdeev V.M. Improved design solutions mono-litnyh land in floors of buildings of prefabricated concrete slabs / V.M. Pozdeev, A.V. Sredin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 133 – 137.

УДК 624.012.4-183.2

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО ФИБРОВОГО
АРМИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПК ANSYS ИЗГИБАЕМЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, УСИЛЕННЫХ С
ПРИМЕНЕНИЕМ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА

О. В. Радайкин, Л. А. Шарафутдинов

Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Казань, Россия

Аннотация.

В статье приведены результаты численного исследования железобетонной балки, усиленной сталефибробетоном, с использованием ПК «Ansys». Отладка методики компьютерного моделирования проводилась путем сравнения с экспериментальными данными [3]. Получено хорошее совпадение результатов. Установлено, что для рассматриваемых элементов оптимальное фибровое армирование «рубашки» усиления составляет 2,5 %.

TO DETERMINE THE OPTIMAL FIBER REINFORCEMENT ON
COMPUTER SIMULATION BASED PC ANSYS BENDING
REINFORCED CONCRETE BLOCKS, REINFORCED USING STEEL
FIBER CONCRETE

Abstract.

The article presents the results of a numerical study of reinforced concrete beams, strengthened steel fiber, using the SP «Ansys». Debugging computer modeling techniques was carried out by comparison with experimental data [3]. A good agreement of the results. It was found that these elements optimal fiber reinforcement "shirt" gain of 2.5%.

К настоящему времени в России значительно увеличился объём работ по реконструкции зданий различного назначения, в том числе с усилением конструкций для продления их жизненного цикла и приведения в соответствие с современными требованиями. Один из новых и перспективных строительных материалов для усиления изгибаемых железобетонных элементов является сталефибробетон, который имеет повышенную прочность и трещиностойкость по сравнению с обычным бетоном.

Целью работы ставилось определение оптимального фибрового армирования в рубашках и обоймах усиления из сталефибробетона в изгибаемых железобетонных элементах.

Для подбора оптимальных параметров изучались влияния различных факторов на работу рассматриваемых элементов, для этого выполнен численный эксперимент с использованием разработанной методики компьютерного моделирования в ПК ANSYS, который позволяет вести нелинейный расчет с учетом полных диаграмм деформирования, включая предложенные в работах [1-2].

В первом приближении работа стальной фибры учитывалась осреднённо – с помощью трансформированных диаграмм деформирования, в соответствии с этим бетонная и сталефибробетонная часть изгибаемого элемента, моделировалась объёмными конечными элементами типа Solid-65 с критерием прочности Вильяма-Варнке. Продольная и поперечная арматура – стержневыми конечными элементами типа Beam / 2 node 188 с критерием прочности Мизеса. Грузовые и опорные пластины – объёмными конечными элементами Solid / Brick 8 node 185.

Для моделирования совместной работы «рубашки» и бетона использовались контактные конечные элементы типа Targe 170 и Contat 174 с коэффициентом трения 0,95 [3] и характером контакта Bonded («связанный»). Также между опорной площадкой и бетоном образца моделировался контакт с коэффициентом трения 0,45 [СП 70.13330.2012] и характером Rough («грубый»).

Оценка достоверности методики моделирования выполнялась путем сравнения результатов компьютерного моделирования с данными экспериментов [3] для двух балок:

- тестовой – без усиления;
- базовой – с усилением сталефибробетонной «рубашкой».

Их геометрические параметры и схема приложения нагрузки представлена на рисунке 1.

На рисунке 2 приведены графики зависимости прогиба двух балок от нагрузки.

Нагрузка появления первой трещины для тестовой балки составила $P_{crc}=52\text{кН}$, что на 4% больше полученной экспериментальным путем. Разрушающая нагрузка составила $P_{ult}=95\text{кН}$, что на 4,75% меньше полученной экспериментальным путем. Разрушение базовой балки произошло при $F_{ult}=390\text{кН}$, по результатам экспериментальных данных $F_{ult}=410\text{кН}$. Расхождение составляет 4,8%. Полученные данные показали работоспособность

предложенной методики, поэтому она была применена для дальнейших исследований.

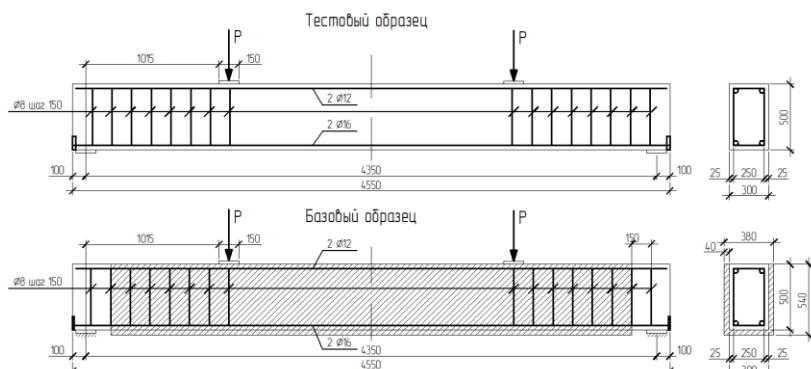


Рис. 1 Геометрические параметры и схема нагружения калибровочных балок

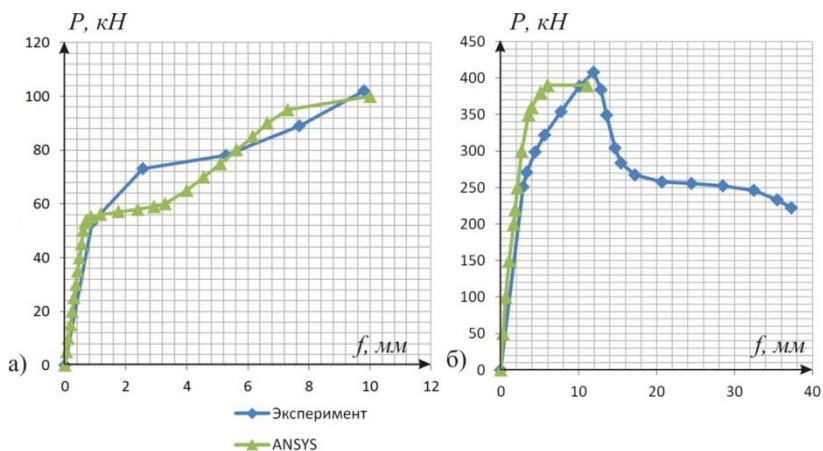


Рис. 2 Сравнение графиков «Прогиб-нагрузка»:

- а) тестовой балки, без усиления; б) базовой балки, усиленной сталефибробетонной рубашкой

Были рассмотрены три образца балок, усиленной сталефибробетонной рубашкой с разным процентом армирования стальной фиброй. Программа численного исследования приведена – в таблице 1

В результате расчетов были определены несущая способность F_{ult} , предельные прогибы балок, напряжения в стержнях на каждом этапе нагружения. Результаты расчета представлены в табличной

(таблица 2) и графической форме (рисунок 3). Все образцы разрушились по нормальному сечению.

Таблица 1

Программа численного исследования									
Серия	Параметры								
	l , м	h , м	δ , мм	Вид наг-ки	μ_s , %	μ'_s , %	B , МПа	Диаграмма	μ_{fb} , %
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Б-1	4,55	0,54	40	«Р»	0,2	0,15	B25	EN*	2,5
Б-2	4,35	0,54	40	«Р»	0,2	0,15	B25	EN	1
Б-3	4,35	0,54	40	«Р»	0,2	0,15	B25	EN	3

EN* - по Еврокоду EN 1992-1-1-2009 криволинейная;

Таблица 2

Результаты численного исследования									
Серия	$P_{crc,b}$ *			$P_{crc,fb}$ *			P_{ult}		
	P , кН	σ_s / max , МПа	Прог иб f , мм	P , кН	σ_s / max , МПа	Прог иб f , мм	P , кН	σ_s / max , МПа	Прог иб f , мм
Б-1	140	26.7	0.94	380	472.5	5.1	390	591.7	11.04
Б-2	120	17.6	0.7	340	611	8.58	340.9	621	13.04
Б-3	140	27.9	1.01	230	530	2.83	230.7	627.3	10.98

$P_{crc,b}$ – нагрузка появления трещин в бетоне, $P_{crc,fb}$ - нагрузка появления трещин в сталефибробетоне.

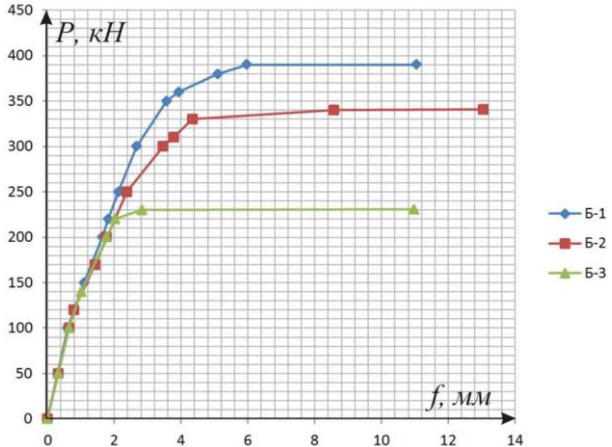


Рис. 3 Сравнение графиков «Прогиб-нагрузка»

Общие выводы:

1. Расхождение разрушающей нагрузки P_{ult} и нагрузки появления первых трещин P_{ult} тестовой и базовой балок по результатам компьютерного моделирования и экспериментальных данных не превосходит 4,8%, что подтверждает работоспособность предложенной методики компьютерного моделирования.

2. Сталефибробетонная рубашка увеличивает несущую способность до 3.9 раз, жесткость до 8.26 раз.

3. Для рассмотренных балок разрушение происходило по нормальным сечениям, вследствие достижения продольной арматуры временного сопротивления разрыву, что обусловлено малым процентом армирования.

4. Оптимальное армирование «рубашки» составляет 2,5 %, при котором прочность балки увеличивается в 1.15 и 1.7 раз по сравнению с армированием 3% и 1% соответственно.

Литература

1. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радайкин О.В. К совершенствованию диаграмм деформирования бетона для определения момента трещинообразования и разрушающего момента в изгибаемых железобетонных элементах // Журнал «Строительство и реконструкция». – Орёл: Изд. ОГТУ, 2012, №2. – С. 10-16.

2. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радайкин О.В. Анализ и совершенствование криволинейных диаграмм деформирования бетона для расчета железобетонных конструкций по деформационной модели // Журнал Промышленное и гражданское строительство. – М., 2013, №1. – С. 25-27.

3. G. Martinola, A. Meda, G. A. Plizzari, Z. Rinaldi. An application of high performance fiber reinforced cementitious composites for RC beam strengthening // Part 10: Fibre Reinforced Concrete, IA-FraMCoS-6 Catania (Italy) – 2007.

Ключевые слова: численные исследования, процент армирования, трещиностойкость, прочность, жёсткость

Keywords: numerical study, the percentage of reinforcement, crack resistance, strength, stiffness

Радайкин Олег Валерьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры ЖБиКК. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет). E-mail: olegxxii@mail.ru

Шарафутдинов Линар Альфредович – студент, магистрант. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет). E-mail: sh._linar@mail.ru

Oleg Valerjevich Radaikin - Ph.D., Associate Professor (Kazan State University of Architecture and Engineering). E-mail: olegxxii@mail.ru

Linar Alfredovich Sharafutdinov – undergraduate (Kazan State University of Architecture and Engineering). E-mail: sh._linar@mail.ru.

Для цитирования:

Радайкин О.В. К определению оптимального фибрового армирования на основе компьютерного моделирования в пк ansys изгибаемых железобетонных элементов, усиленных с применением сталефибробетона / О.В. Радайкин, Л.А. Шарафутдинов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 138 – 143.

Citation:

Radaikin O.V. To determine the optimal fiber reinforcement on computer simulation based PC ANSYS bending reinforced concrete blocks, reinforced using steel fiber concrete / O.V. Radaikin, L.A. Sharafutdinov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 138 – 143.

УДК 624.04

К ОЦЕНКЕ ЖЕСТКОСТИ ВЫТЯНУТЫХ ВДОЛЬ ОСНОВАНИЯ
ТРАПЕЦИЕВИДНЫХ ОРТОТРОПНЫХ ПЛАСТИН С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПО
КОЭФФИЦИЕНТУ ФОРМЫ

С.Ю. Савин, И.А. Ивлев, В.В. Перельгин

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия

Аннотация

В работе рассмотрена задача, связанная с оценкой жесткости тонких упругих ортотропных пластин в виде вытянутых вдоль основания трапеций. Для расчета таких пластин предлагается использовать метод интерполяции по коэффициенту формы (МИКФ), предложенный профессором А.В. Коробко. В работе представлен новый более точный тип нелинейной аппроксимирующей функции, используемой при интерполяции между «опорными» решениями в задачах об изгибе трапециевидных пластин по МИКФ.

TO ASSESSMENT THE RIGIDITY EXTENDING ALONG THE
BASE OF THE TRAPEZOIDAL ORTHOTROPIC PLATES USING THE
METHOD OF INTERPOLATION BY SHAPE FACTOR

Abstract

The paper considers the problem of assessment the rigidity of a thin elastic orthotropic plates in the form of extending along the base of the trapezoids. For the calculation of such plates it is proposed to use the method of interpolation by shape factor (MISF), suggested by prof. A.V. Korobko. The paper presents a new, more accurate type of nonlinear approximating functions used in the interpolation between the "reference" solutions to problems on bending of trapezoidal plates according to the MISF.

Вопросы оценки прочности, жесткости и устойчивости строительных конструкций являются основными на этапах проектирования и конструирования любых объектов строительства. Одно из важных направлений в этой сфере связано с развитием инженерно-аналитических методов решения указанных выше задач.

Настоящая работа посвящена развитию одного из таких методов - метода интерполяции по коэффициенту формы (МИКФ), применительно к оценке жесткости тонких упругих ортотропных пластин, имеющих в плане форму трапеции. В основе МИКФ лежат

полученные в работах профессора А.В. Коробко [1 - 3] доказательства подобия интегральных геометрических (коэффициент формы, отношение конформных радиусов) и физико-механических характеристик (максимальные прогибы, частоты собственных колебаний, критические силы при потере устойчивости) в задачах теории изотропных пластин и оболочек, позднее распространенные и на упругие ортотропные пластины [4, 5]. Анализ последних работ в этом направлении [6, 7] указывает на возможности повышения точности расчетов за счет использования новых типов аппроксимирующих функций при интерполяции между «опорными» решениями.

Рассмотрим упругие ортотропные пластины в виде трапеций, вытянутых вдоль их основания. На данном этапе введем ряд ограничений: пластина подвержена изгибу от равномерно распределенной по её поверхности нагрузки q , соотношения изгибных цилиндрических жесткостей D_x/H и D_y/H находятся в интервале значений от 0.333 до 3, ось ортотропии ox направлена вдоль основания трапеции, опирание по контуру - шарнирное. Задача решается в линейной постановке.

Трапецевидная форма очертания пластины может быть получена путем любого непрерывного геометрического преобразования из прямоугольной или треугольной, при котором коэффициент формы будет монотонно возрастать или убывать. Для вытянутых пластин в качестве такого геометрического преобразования удобно использовать поворот боковых сторон относительно двух полюсов, как это показано на рисунке 1, сопровождающийся сжатием (растяжением) вдоль основания.

Для приведенных на рисунке 1 форм очертания пластин был выполнен численный расчет по деформациям с использованием МКЭ (в ПК SCAD), результаты которого (таблица 1, рисунок 2) были приведены к изопериметрическому виду [1]:

$$K_w = w_0 \frac{H}{q \cdot A^2},$$

где w_0 – абсолютное значение максимального прогиба, м;

$H = D_x \cdot \nu_y + 2D_{xy}$ - цилиндрическая жесткость пластины, Н·м/м;

q – равномерно распределенная нагрузка, Н;

A – площадь срединной поверхности пластины, м².

Таблица 1 – Значения максимальных прогибов K_w , приведенные к изопериметрическому виду, для ортотропных трапецевидных платин

K_f			32.50	26.05	19.06	13.76	11.66
Решение	$\frac{D_x}{H}$	$\frac{D_y}{H}$	$K_w \cdot 1000, \text{ м}$				
МКЭ	1	1	0.203	0.323	0.637	1.373	2.628
(1)			0.203	0.319	0.634	1.404	2.628
$\Delta, \%$			0	-1.1	-0.5	2.2	0
МКЭ		2	0.097	0.155	0.308	0.701	1.666
(1)			0.097	0.152	0.306	0.704	1.666
$\Delta, \%$			0	-1.7	-0.5	0.4	0
МКЭ		3	0.066	0.105	0.209	0.481	1.274
(1)			0.066	0.103	0.207	0.481	1.274
$\Delta, \%$			0	-2.1	-0.6	-0.1	0
МКЭ	2	1	0.191	0.303	0.601	1.279	2.038
(1)			0.191	0.304	0.601	1.298	2.038
$\Delta, \%$			0	0.2	0	1.5	0
МКЭ		2	0.099	0.157	0.312	0.718	1.409
(1)			0.099	0.156	0.313	0.715	1.409
$\Delta, \%$			0	-0.7	0.4	-0.4	0
МКЭ		3	0.067	0.106	0.211	0.493	1.094
(1)			0.067	0.105	0.212	0.490	1.094
$\Delta, \%$			0	-1.2	0.4	-0.5	0
МКЭ	3	1	0.199	0.316	0.623	1.289	1.800
(1)			0.199	0.318	0.621	1.285	1.800
$\Delta, \%$			0	0.9	-0.3	-0.3	0
МКЭ		2	0.102	0.161	0.321	0.735	1.260
(1)			0.102	0.161	0.323	0.723	1.260
$\Delta, \%$			0.000	-0.034	0.430	-1.720	0.000
МКЭ		3	0.168	0.109	0.216	0.505	0.987
(1)			0.068	0.108	0.217	0.498	0.987
$\Delta, \%$			0	-0.6	0.8	-1.4	0

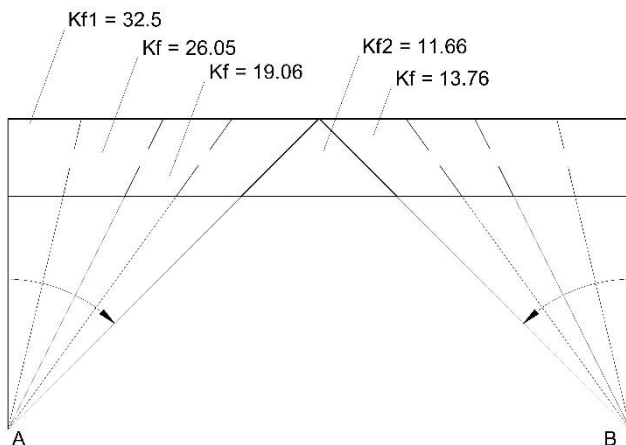


Рис. 1. Геометрическое моделирование трапецевидной формы области из прямоугольника и треугольника

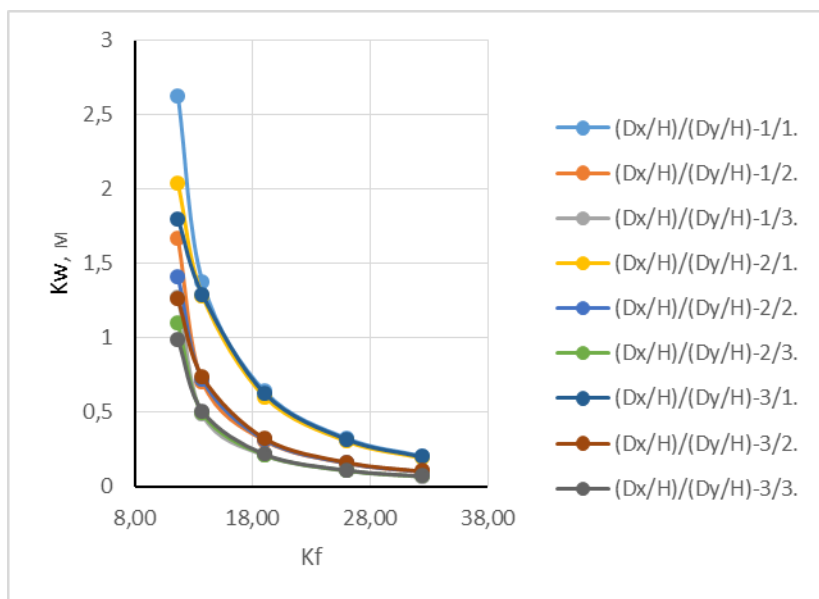


Рис. 2 – Графики зависимости приведенного к изопериметрическому виду максимального прогиба K_w от коэффициента формы K_f

На основании анализа результатов, приведенных в таблице 1, с помощью программного комплекса Table Curve 2D, предназначенного для автоматизированного подбора кривых, было установлено, что среди простых функций наилучшую аппроксимацию результатов расчета по МКЭ дает нелинейная функция следующего вида:

$$K_w = (a + b \cdot K_f^n)^{-1}, \quad (1)$$

где a , b – неизвестные параметры, определяемые путем подстановки решений для «опорных» пластин в уравнение (1); n – параметр степени, зависящий от соотношения D_x/D_y (E_x/E_y).

Однако в этом случае аппроксимирующая функция (1) будет приближаться к графикам, изображенным на рисунке 2, одновременно и сверху, и снизу – в зависимости от величины коэффициента формы. Поэтому, на наш взгляд, для улучшения аппроксимации целесообразно разбить всю область рассматриваемых значений K_f на две неравные подобласти с соотношением 1/3 и 2/3 (на основании визуального анализа графиков на рисунке 2), в каждой из которых можно было бы использовать независимые друг от друга параметры степени n . Ниже приведены функциональные зависимости, полученные нами для параметра степени n в выражении (2) с учетом высказанных замечаний:

$$\begin{cases} K_f < \frac{1}{3} (K_{f1} + K_{f2}), & n = 0,687 + 0,907 \frac{D_x}{D_y}, \\ K_f \geq \frac{1}{3} (K_{f1} + K_{f2}), & n = 1,435 + 0,399 \frac{D_x}{D_y}. \end{cases} \quad (2)$$

Результаты расчета по аппроксимирующей функции (2) с учетом выражения (3) приведены в таблице 1 и отличаются не более чем на 2,2% от вычисленных с помощью МКЭ.

Таким образом, в данной работе получена новая аппроксимирующая функция (1), которая с учетом выражения (2) позволяет повысить точность расчетов тонких упругих ортотропных пластин в виде вытянутых трапеций при шарнирном опирании их вдоль контура с помощью метода интерполяции по коэффициенту формы.

Литература

1. Коробко А.В. Метод интерполяции по коэффициенту формы в механике деформируемого твердого тела. Ставрополь: Изд-во Ставропольского университета, 1995. 166 с.
2. Коробко А.В. Геометрическое моделирование формы области в двумерных задачах теории упругости. М.: АСВ, 1999. 320 с.
3. Korobko V.I., Korobko A.V., Chernyaev A.A., Savin S.Yu. Determination of maximum deflection at cross bending parallelogram plates using conformal radius ratio interpolation technique // Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics. 2015. Vol.9. №1. pp. 36-45.
4. Коробко В.И., Савин С.Ю. Изгиб прямоугольных ортотропных пластинок с однородными и комбинированными граничными условиями // Строительство и реконструкция. Орел: «Госуниверситет – УНПК». 2011. №5. С. 33-39.
5. Korobko V.I., Korobko A.V., Savin S.Yu., Chernyaev A.A. Solving the transverse bending problem of thin elastic orthotropic plates with form factor interpolation technique // Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics. 2016. Vol.10. №1.
6. Савин С.Ю., Ивлев И.А. Расчет конструктивно ортотропных пластинок из условия жесткости с помощью метода интерполяции по коэффициенту формы // ИНТЕРСТРОЙМЕХ - 2015: материалы международной научно-технической конференции 09-11 сентября 2015 г. Казань: Издательство: Казанский государственный архитектурно-строительный университет (Казань), 2015. С. 183-187.
7. Савин С.Ю., Скотникова М.А. Совершенствование МИКФ для расчета упругих ортотропных пластинок в виде параллелограммов // Строительство и реконструкция. 2015. 1 (57). С.48-56.

Ключевые слова: жесткость, изгиб, тонкие упругие ортотропные пластины в виде трапеций, метод интерполяции по коэффициенту формы, аппроксимирующая функция

Keywords: rigidity, thin elastic orthotropic trapezoidal plates, the method of interpolation by shape factor, approximating function

Савин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры строительных конструкций и материалов ОГУ имени И.С. Тургенева. E-mail: suwin@yandex.ru

Ивлев Иван Александрович, аспирант кафедры строительных конструкций и материалов ОГУ имени И.С. Тургенева.

Перелыгин Владимир Владимирович, магистрант кафедры строительных конструкций и материалов ОГУ имени И.С. Тургенева.

Savin Sergey, candidate of technical sciences, associated professor of the building constructions and materials department of OSU named after I.S. Turgenev. E-mail: suwin@yandex.ru.

Ivlev Ivan, graduate student of the building constructions and materials department of OSU named after I.S. Turgenev

Perelygin Vladimir, master student of the building constructions and materials department of OSU named after I.S. Turgenev.

Для цитирования:

Савин С.Ю. К оценке жесткости вытянутых вдоль основания трапециевидных ортотропных пластин с использованием метода интерполяции по коэффициенту формы / С.Ю. Савин, И.А. Ивлев, В.В. Перелыгин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 144 – 150.

Citation:

Savin S.Yu. To assessment the rigidity extending along the base of the trapezoidal orthotropic plates using the method of interpolation by shape factor / S.Yu. Savin, I.A. Ivlev, V.V. Perelygin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 144 – 150.

УДК 624.078

ИСПЫТАНИЕ ШТЕПСЕЛЬНЫХ СТЫКОВ II ТИПА НА ВНЕЦЕНТРЕННОЕ СЖАТИЕ

Б.С. Соколов

Казань, Казанский государственный архитектурно-строительный
университет

Е.О. Трошков

Йошкар-Ола, Поволжский государственный технологический
университет

Аннотация

В статье описываются экспериментальные исследования над штепсельными стыками второго типа, которые соединят колонны железобетонного каркаса с конструкциями перекрытий, на действие внецентренного сжатия. Приведена методика испытаний, полученные результаты и анализ экспериментальных данных. Выполненные опыты являются необходимой составляющей в комплексной работе по разработке методики расчета штепсельных стыков второго типа.

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE SECOND TYPE OF SOCKET JOINTS UNDER THE ACTION OF ECCENTRIC COMPRESSION

Abstract

The paper describes the experimental study of the second type of socket joints, which connect the columns with floors in reinforced concrete frame structures, under the action of eccentric compression. The methods of testing, results, and analysis of experimental data are given. Completed tests are a necessary component of a work on the development of a methodology for calculating strength and deformability of the second type of socket joints.

Штепсельные стыки железобетонных элементов, расположенные в зоне действия продольных, поперечных сил и изгибающих моментов относятся ко II типу при классификации по комбинациям внутренних усилий [1]. Данный тип стыков применяется в разрабатываемой каркасной системе «УИКСС-Татарстан» [2] при соединении колонн каркаса с плитами перекрытия, и может быть запроектирован в соответствии патентом на полезную модель (рисунок 1) №164018 [3].

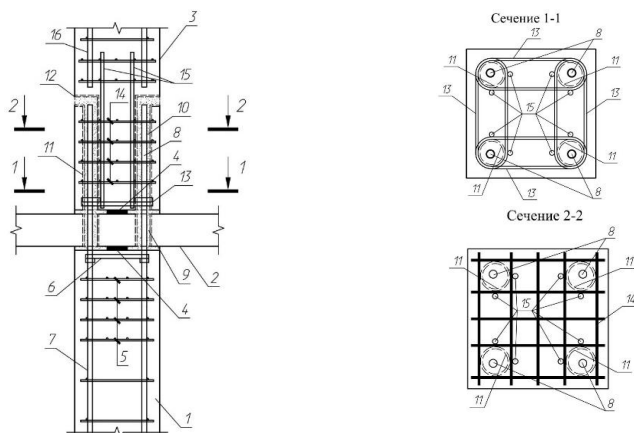


Рисунок 1 – Штепсельный стык колонн с плитой перекрытия по патенту на полезную модель №164018:

1 – нижняя колонна; 2 – плита; 3 – верхняя колонна; 4 – центрирующая прокладка; 5, 14 – сетки косвенного армирования; 6, 13 – хомуты из полосовой стали; 7, 16 – продольная арматура колонны; 8 – выпуски арматуры; 9, 10 – скважины; 11 – металлическая гофрированная труба; 12 – отверстие для инъектирования; 15 – дублирующие стержни.

С целью обеспечения конструктивной безопасности и эксплуатационной пригодности зданий, возводимых применением таких соединений, необходима разработка методики расчета их прочности и податливости. Для достижения данной цели проводятся комплексные исследования штепсельных стыков II типа, включающие теоретические исследования, компьютерное моделирование и физические эксперименты на различные типы силовых воздействий.

Физические эксперименты над моделями стыка «плита-колонна» были разделены на несколько групп, а именно: сжатие (со случайным эксцентриситетом и внецентренное), сдвиг, одновременное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок [4]. Данная статья посвящена испытаниям на внецентренное сжатие.

Эксперименты проводились на трех образцах «близнецах» (ВС-1, ВС-2, ВС-3), представляющих собой штепсельное соединение колонн через железобетонный элемент, моделирующий плиту перекрытия. Конструкции моделей отвечали требованиям геометрического (1:2) и физического подобия. Эксцентриситет приложения нагрузки составлял 50 мм при размерах поперечного сечения колонны 210×210 мм.

В испытаниях проводилось определение разрушающей нагрузки, процесса развития трещин, схемы разрушения, напряжений в выпусках продольных стержней арматуры нижней колонны, вертикальных деформаций конструкций соединения, деформативности растворных швов, напряжений в хомутах из полосовой стали.

Для контроля деформаций на образцы устанавливались мессуры на базе индикаторов часового типа ИЧ-10 (18 штук). На бетонные части моделей, а также арматурные элементы стыка наклеивались тензорезисторы с базой 50 и 20 мм соответственно (по 12 штук).

Испытания выполнялись в гидравлическом прессе П – 125. Эксцентриситет создавался с помощью специально разработанных и изготовленных стальных кондукторов, устанавливаемых по оголовкам верхней и нижней колонн на раствор и закрепляемых с помощью затяжки стальных шпилек. Внешнее усилие передавалось через цилиндрические шарниры, расположенные на кондукторах по оси приложения нагрузки (рисунок 2).

Загружение образцов производилось этапами по 10% от контрольной нагрузки по прочности. Снятие показаний индикаторов, тензорезисторов, контроль и маркировка образования и раскрытия трещин, фотосъемка процесса производилась на каждом этапе после передачи соответствующего значения нагрузки, а также после выдержки образца под установившейся нагрузкой в течении 15 минут.

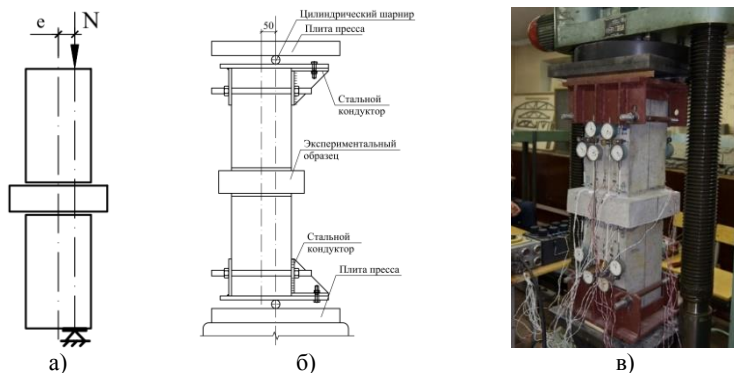


Рисунок 2 - Схема испытания на внецентренное сжатие:

- а) схема приложения нагрузки и закрепления; б) схема установки образца при испытании; в) общий вид эксперимента.

Перед испытаниями производилось определение характеристик применяемых материалов на прессе П-125 и разрывной машине Р-10.

Выполненные экспериментальные исследования позволили получить следующие **результаты**:

- достижение нагрузки, составляющей 50-60% от значения разрушающей, соответствовало началу трещинообразования в сжатой и растянутой зонах нижней колонны образцов. При повышении нагрузки вплоть до разрушающей происходило выкалывание бетона сжатой грани и раскрытие трещин растянутой зоны до 2 мм;

- начало образования трещин в растянутой зоне верхней колонны произошло при значении нагрузки 70-80% от разрушающей. Максимальная ширина раскрытия не превысила 0,1 мм;

- трещины по контакту «растворный шов - бетон» на растянутой грани возникли при нагрузке 70-80%. Ширина раскрытия по окончанию эксперимента составила 0,2 мм;

- приложение нагрузки, составляющей 80-90% от разрушающей привело к развитию трещин растянутой зоны нижней колонны вглубь сечения (появление трещин на боковых гранях);

- среднее значение разрушающей нагрузки составило 680кН. Разрушение происходило по контактной зоне нижней колонны. Нормальные трещины растянутой зоны достигли зоны разрушения от сжатия, при этом был виден изгиб от действия момента (рисунок 3).

- построенные графики относительных деформаций сжатой грани (рисунок 4) показывают, что деформативность нижней колонны была выше верхней, это может быть объяснено бóльшим количеством арматуры верхнего элемента;

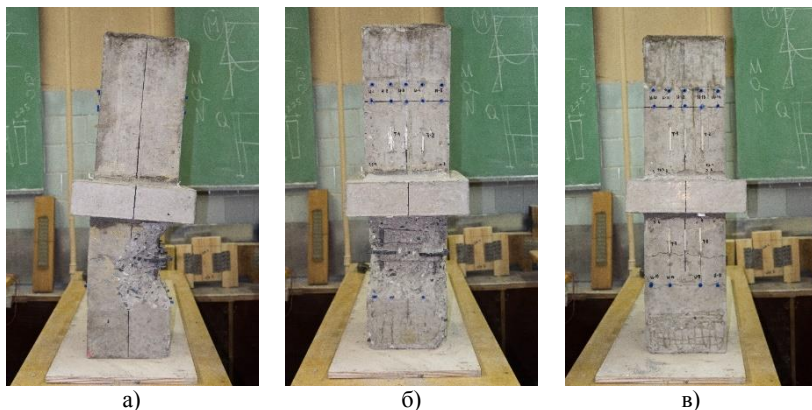


Рисунок 3 - Общий вид разрушенных образцов при внецентренном сжатии: а) вид сбоку; б) вид сжатой грани; в) вид растянутой грани.

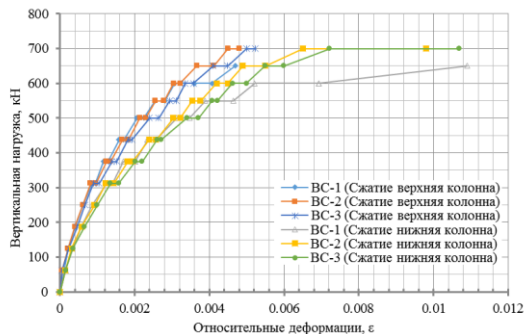
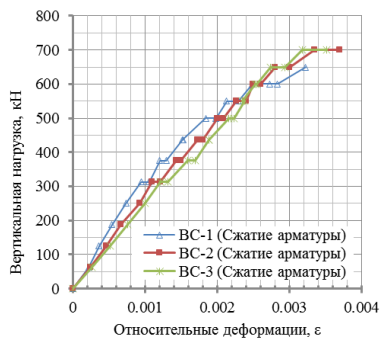


Рисунок 4 - Графики относительных деформаций сжатой зоны колонн

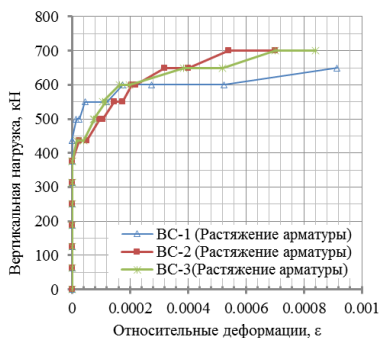
- арматурные стержни, расположенные в сжатой зоне, достигли предела текучести при нагрузке, соответствующей 75-80% от разрушающей. В конце эксперимента напряжения доходили до значений временного сопротивления стали (рисунок 5а);

- продольное армирование, расположенное около растянутой грани, активно включилось в работу при нагрузке равной 65-75% от разрушающей. Максимальные относительные деформации составили 0,0007-0,0009 (рисунок 5б);

- на первых этапах приложения нагрузки в хомутах из полосовой стали возникали сжимающие напряжения, которые в дальнейшем изменили знак. Значения относительных деформаций при разрушении составили 0,00065-0,0008.



а)



б)

Рисунок 5 – Деформации продольной арматуры: а) расположенной в сжатой зоне; б) расположенной в растянутой зоне

На основании полученных результатов проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Получены данные о разрушающей нагрузке, схеме разрушения, процессе трещинообразования, деформативности стыка и напряжениях в продольном армировании и хомутах из полосовой стали, что необходимо для разработки методики расчета данных стыков;

2. Разрушение произошло по контактной зоне нижней колонны с образованием области трехосного сжатия (размер которой соответствует ширине зоны сжатия бетона «х»), отрыва и сдвига, что подтверждает возможность использования теории силового сопротивления анизотропных материалов сжатию [1] при разработке методики расчета прочности стыка;

3. Методика расчета податливости может быть разработана с применением полученных действительных диаграмм деформирования стыка при действии вертикальной нагрузки с эксцентриситетом.

Литература

1. Соколов Б.С. Теоретические основы методики расчета штепсельных стыков железобетонных конструкций зданий и сооружений [Текст] // Жилищное строительство, 2016, №2. – С.60-63.

2. Универсальная индустриальная каркасная система строительства - Татарстан (УИКСС-Татарстан) : пат. 141473 Российская Федерация: МПК E04B1/20 / Соколов Б.С. ; заявитель и патентообладатель Соколов Б.С. - №2013128714/03; заявл. 24.06.2013; опубл. 10.06.2014.

3. Стык колонн с плитой перекрытия в сборных железобетонных безбалочных бескапитальных каркасах : п. м. 164018 Российская Федерация : МПК E04B 1/38 / Е.О. Трошков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет». - №2016111198/03 ; заяв. 25.03.2016 ; опубл. 20.08.2016, Бюл. №23

4. Трошков Е.О. К проведению физических экспериментов над моделями штепсельных стыков колонн и плит перекрытия // Труды Поволжского государственного технологического университета: сборник статей. Серия. "Технологическая". – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – С. 236-241.

Ключевые слова: штепсельные стыки, безбалочные перекрытия, физический эксперимент, прочность, деформативность.

Key words: bullet connection, socket joint, flat slab floor system, physical experiment, strength, deformability.

Соколов Борис Сергеевич - д.т.н., профессор, чл.-корр. РААСН, зав. каф. ЖБиКК, ФГОУ ВПО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», e-mail sokolov@ksaba.ru

Трошков Евгений Олегович - ассистент каф. СКВ, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технический университет», e-mail troshkoveo@mail.ru.

Sokolov Boris, doctor of technical sciences, professor, department chairman of reinforced concrete and masonry structures, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Kazan State Architectural and Construction University», e-mail sokolov@ksaba.ru

Troshkov Evgeniy, assistant of the department of building structures and water supply, Federal State, Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Volga State Technological University», e-mail troshkoveo@mail.ru.

Для цитирования:

Соколов Б.С. Испытание штепсельных стыков II типа на внецентренное сжатие / Б.С. Соколов, Е.О. Трошков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 151 – 157.

Citation:

Sokolov B.S. Experimental studies of the second type of socket joints under the action of eccentric compression / B.S. Sokolov, E.O. Troshkov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 151 – 157.

УДК 624.072.2.011.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ
ПЕРЕКРЕСТНЫХ БАЛОК ИЗ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА
КВАДРАТНОМ ПЛАНЕ С РАЗМЕРОМ ЯЧЕЕК 0,4x0,4 М НА
ДИНАМИЧЕСКИЕ И СТАТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ПРИ
РАЗЛИЧНОЙ СХЕМЕ ОПИРАНИЯ

А. В. Турков, А.А. Макаров

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», г. Орел, Россия

Аннотация.

Рассматривается экспериментальное исследование системы перекрёстных балок (СПБ) на квадратном плане с размером ячеек 0,4x0,4 м без включения в работу элементов покрытия, при изменении схемы опирания. В ходе эксперимента проводятся статистические и динамические испытания, в результате которых, находятся максимальный прогиб и частота собственных колебаний. Произведено сопоставление теоретических и экспериментальных данных.

PILOT STUDIES OF SYSTEMS OF CROSS BEAMS FROM
WOODEN ELEMENTS ON THE SQUARE PLAN WITH A SIZE OF
CELLS OF 0,4x0,4 M FOR DYNAMIC AND STATIC LOADINGS AT
VARIOUS SCHEME SUPPORTING

Abstract

The pilot study of system of cross beams on the square plan with a size of cells of 0,4x0,4 m without switching on in operation of elements of a covering is considered, in case of change of the diagram of an supporting. During the experiment also dynamic tests as a result of which, there are the maximum sag and frequency of natural oscillations are carried out statistical. Comparison of theoretical and experimental data is made.

Статические и динамические испытания системы перекрестных балок проводились на специальном стенде. Стенд представляет собой пространственную конструкцию, состоящую из вертикальных опор, сложенных из кирпича и установленных по углам конструкции. По кирпичным опорам сверху уложены железобетонные балки сечением 120x130(h) мм, на которые СПБ в контурных узлах опирается через стальные цилиндрические стержни диаметром 20 мм длиной 50 мм (рисунки 1...3).



Рис. 1 – Узел крепления элементов СПБ



Рис. 2 – Конструкция СПБ

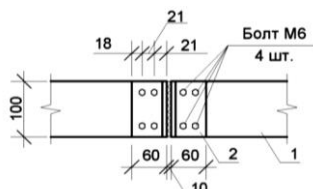


Рис. 3 – Узел крепления элементов между собой (1 – элемент СПБ; 2 – уголки, соединяющие между собой элементы СПБ)

Сама система перекрёстных балок выполнена из деревянных элементов цельного сечения $10 \times 100(h)$ длиной 390 мм, которые в узлах соединяются при помощи стальных гнутых уголков из листа толщиной 1 мм на болтах М6. Система перекрёстных балок имеет в плане размер 2400×2400 мм, размер ячейки 400×400 мм.

А) Определение фактической податливости узловых соединений

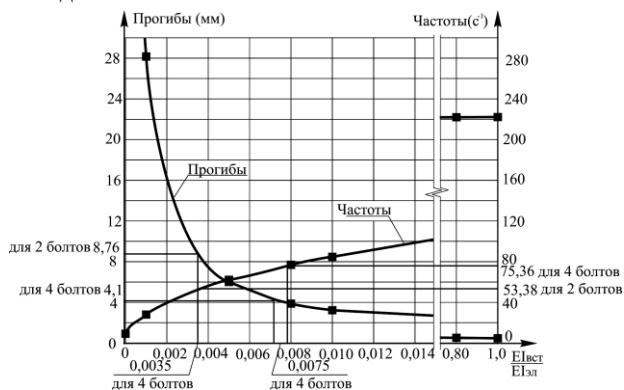


Рис. 4 – Изменение частот собственных колебаний и прогибов СПБ в зависимости от соотношения жесткости вставки к жесткости элемента

моделировали податливость узловых соединений. По результатам расчёта и по экспериментальным прогибам и частотам колебаний были определены фактическая податливость узлов при креплении

На первом этапе выполнены исследования по экспериментальному определению фактической податливости узловых соединений. Элементы СПБ моделировались стержнями со вставками на концах [3], которые в свою очередь

элементов четырьмя нагелями, которая составила $EI_{\text{вс}}/EI_{\text{эл}}=0,0075$ при креплении узла 4 болтами

Б) Статистические испытания

Для определения прогиба СПБ загружалась сосредоточенной нагрузкой во внутренние узлы системы (рисунок 4). Для моделирования нагрузки использовались запаянные полиэтиленовые пакеты с песком, вес каждого из которых составлял $10 \pm 0,05$ Н. Загружение осуществлялось в две ступени, вес каждой ступени составлял 250Н; таким образом вес каждой ступени составил 43,403 Н/м². Для определения прогиба в центральном узле конструкции на штативе устанавливался индикатор часового типа ИЧ-25 с ценой деления 0,01 мм.



Рис. 5- Загружение СПБ сосредоточенной нагрузкой в центральных узлах

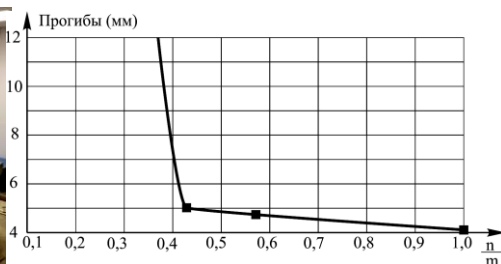


Рис. 6 – Изменение прогибов в зависимости количества опор по одной стороне конструкции (n - количество опор в контурных узлах по одной стороне конструкции, m- количество контурных узлов по одной стороне)

После снятия показания по индикатору от максимальной нагрузки, которая составляла 86,806 Н/м², СПБ разгружалась, и после пятнадцати минут «отдыха» загружалась вновь.

Схема опирания изменялась следующим образом. На первом этапе испытаний под каждым из семи контурных узлов располагались стальные цилиндрические опоры диаметром 20 мм для осуществления шарнирного опирания. На втором этапе с каждой стороны СПБ убирались опоры через один узел, в результате система опиралась по каждой стороне в четырех узлах. На третьем этапе опоры убрали через два контурных узла, и опирание происходило в трех узлах (в угловых узлах и в середине стороны СПБ). На четвертом этапе конструкция опиралась только в угловых узлах. Для каждого типа СПБ испытания проводились не менее трёх раз до получения стабильных значений экспериментальных прогибов.

Результаты экспериментальных исследований приведены в таблице 1 и на рисунке 6.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований максимального прогиба (мм) при различном количестве опор по одной стороне СПБ

				Максимальный прогиб (мм)		
Нагрузка, (Н/м ²)				0,0	43,403	86,806
Количество опор по одной стороне конструкции	7	Показания ИЧ-25 при соответствующем статическом нагружении	1	2212	2422	2645
			2	2324	2513	2722
			3	2332	2524	2731
		Средний прогиб по трём нагружениям		0,0	1,97	4,1
	4	Показания ИЧ-25 при соответствующем статическом нагружении	1	2028	2291	2543
			2	2102	2316	2570
			3	2315	2513	2769
		Средний прогиб по трём нагружениям		0,0	2,25	4,79
	3	Показания ИЧ-25 при соответствующем статическом нагружении	1	2468	2750	2996
			2	2512	2767	3002
			3	2567	2810	3055
		Средний прогиб по трём нагружениям		0,0	2,6	5,02
	2	Показания ИЧ-25 при соответствующем статическом нагружении	1	5329	7125	-
			2	5965	7387	-
			3	6349	7721	-
		Средний прогиб по трём нагружениям		0,0	15,6	-

Примечание. В ячейках таблицы, где стоят прочерки, система перестаёт работать в упругой стадии, в связи с чем эти результаты в исследованиях не учитывались.

В) Динамические испытания

После проведения каждого этапа статических испытаний опытная конструкция разгружалась и «отдыхала» в течение 15...20 минут, после чего проводились динамические испытания СПБ. В ходе проведения динамических испытаний определялись основные круговые частоты собственных поперечных колебаний системы перекрестных балок в зависимости от податливости узловых

соединений и схемы опирания. Измерения основных частот колебаний выполнялись при помощи виброанализатора «ВИБРАН – 2.0». Датчик закреплялся снизу в центральном узле СПБ; колебания возбуждались путём удара сверху резиновой киянкой по центральному узлу конструкции.

Характерные виброграммы, полученные в ходе эксперимента, представлены на рисунке 7. Результаты измерения частот колебаний представлены в таблице 2 и на рисунке 8.

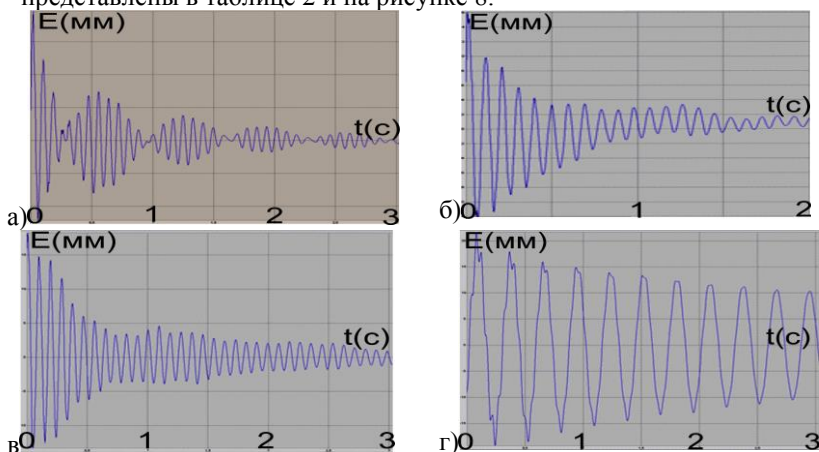


Рис. 7 – Характерные виброграммы собственных колебаний СПБ, в зависимости от схемы опирания (а – 7 опор, б – 4 опоры, в – 3 опоры, г – 2 опоры)

Значения собственных частот колебаний f определялись из виброграмм колебаний за интервал времени в 1...3 с, исключая переходной процесс стабилизации колебаний; круговая частота определялась по формуле:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f.$$

Для каждого типа системы перекрестных балок динамические испытания проводились также не менее трёх раз до получения стабильных значений экспериментальных круговых частот колебаний.

Г) Сопоставление экспериментальных и теоретических данных

Полученные результаты экспериментальных и численных исследований представлены в таблице 3. Критерием точности является коэффициент K , связывающий частоту собственных

поперечных колебаний СПБ ω распределенной массой m и максимальный прогиб W_0 при действии равномерно распределенной нагрузки q в формуле В.И. Коробко (1). Этот коэффициент для квадратных пластин с шарнирно опертым контуром составляет $K=1,582$.

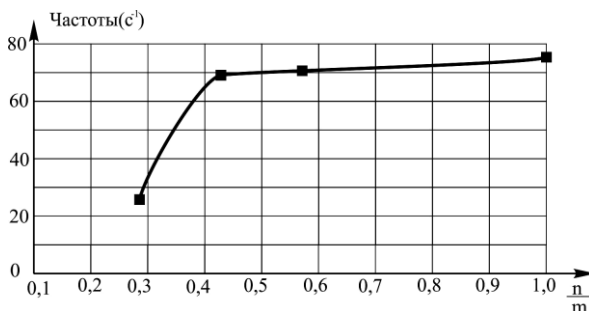


Рис.8 – Изменение частот собственных колебаний в зависимости от количества опор по одной стороне конструкции

Таблица 2 – Экспериментальные частоты собственных колебаний (с⁻¹) СПБ при различной жесткости крепления узловых соединений, при изменении схемы опирания

		Частота, f	Круговая частота, ω
Количество опор по одной стороне	7	12,00	75,36
	4	11,20	70,34
	3	11,00	69,08
	2	4,10	25,75

$$W_0 \cdot \omega^2 = K \frac{q}{m}, (1)$$

Для СПБ в зависимости от схемы опирания разница между экспериментальными и численными значениями прогибов составляет от 0,97% до 23,72%, а разница между частотами составляет от 0,89% до 13,30%.

Для коэффициента K разница между теоретическими и экспериментальными данными достигает 9,86%. Необходимо отметить, что формула (1) выведена для изотропных пластин, непрерывно опертых по контуру, и это обстоятельство приводит к

отклонениям при экспериментальном определении коэффициента K .

Таблица 3 – Сопоставление экспериментальных и теоретических данных для СПБ при различной жесткости узлов и при изменении схемы опирания

		Количество опор по одной стороне			
		7	4	3	2
Максимальный прогиб W_0 (мм)	Эксперимент	4,10	4,79	5,02	15,6
	Численно	4,14	5,36	6,17	11,9
Откл. эксп. от числ. (%)		0,97	10,63	18,63	23,72
Круговая частота, ω (c^{-1})	Эксперимент	75,36	70,34	69,08	25,74
	Численно	74,69	65,31	60,63	29,69
Откл. эксп. от числ. (%)		0,89	7,15	12,23	13,30
K по (1)	Эксперимент	1,581	1,610	1,627	1,405
	Численно	1,569	1,553	1,540	1,426
$K_{аналит}$		1,582			
Отклонение K от $K_{аналит}$ (%)	Эксперимент	0,027	1,74	2,85	11,20
	Численно	0,84	1,89	2,63	9,87

Вывод. На основании исследования можно сделать вывод о достаточно хорошей сходимости результатов численных и экспериментальных прогибов и частот собственных колебаний, а также соответствие экспериментального коэффициента K и его применимость для СПБ, аналитическим значениям, выведенным В.И. Коробко для изотропных пластин.

Литература

1. Нефедов В. И. Метрология и радиоизмерение [Текст]/ В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюков, В.И. Хахин - М.: Высшая школа, 2006. - 518 с
2. Коробко, В.И. Об одной "замечательной" закономерности в теории упругих пластинок [Текст] / В. И. Коробко. // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1989. – № 11. – С. 32-36.
3. Турков, А.В. Прогибы и частоты собственных колебаний систем перекрестных балок на квадратном плане с учетом податливости узловых соединений [Текст]/А.В. Турков, А.А. Макаров //Строительство и реконструкция. – 2013.– №1. – С. 33-36.

Ключевые слова: система перекрестных балок, испытательный стенд, динамические испытания, статические испытания, модуль упругости, частота собственных колебаний, максимальный прогиб.

Keywords: system of cross beams, test bench, dynamic tests, static tests, elastic modulus, frequency of natural oscillations, maximum sag.

Турков Андрей Викторович - доктор технических наук, заведующий кафедрой «Городское строительство и хозяйство». ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», ул. Комсомольская д. 95, г. Орел, Россия, 302026. aturkov@bk.ru

Макаров Артем Алексеевич – аспирант. ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева», ул. Комсомольская д. 95, г. Орел, Россия, 302026. mak_ar@inbox.ru

Turkov Andrey Viktorovich - doctor of Technical Sciences, Head of the "Urban Construction and Management". I.S. Turgenev Orel State University, Orel, Russia. aturkov@bk.ru

Makarov Artem Alekseevich - graduate student. I.S. Turgenev Orel State University, Orel, Russia. mak_ar@inbox.ru

Для цитирования:

Турков А.В. Экспериментальные исследования систем перекрестных балок из деревянных элементов на квадратном плане с размером ячеек 0,4x0,4 м на динамические и статические нагрузки при различной схеме опирания/ А. В. Турков, А.А. Макаров // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 158 – 165.

Citation:

Turkov A.V. Pilot studies of systems of cross beams from wooden elements on the square plan with a size of cells of 0,4x0,4 m for dynamic and static loadings at various scheme supporting / Turkov A.V., Makarov A.A. // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 158 – 165.

УДК 624.078.412

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА 22-Х ЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ПОДАТЛИВОСТИ ШТЕПСЕЛЬНЫХ СТЫКОВ

К.А. Фабричная, Н.С. Абдрахимова, Н.Н. Фалахов.

Казанский государственный архитектурно–строительный университет
(КазГАСУ), г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация.

Аннотация.

В отечественной и зарубежной практике проектирования широко используются штепсельные стыки для соединения элементов ж/б каркасов, которые должны удовлетворять требованиям расчета по двум группам предельных состояний: по несущей способности и по непригодности к нормальной эксплуатации (чрезмерные перемещения, взаимные сдвиги, раскрытие трещин и т.п.). Податливость стыков приводит к уменьшению общей жесткости здания, а следовательно к увеличению горизонтальных перемещений, что особенно важно для многоэтажных зданий. В статье рассмотрены особенности проектирования 22-этажного жилого здания с использованием сборного ж/б каркаса УИКСС.

FEATURES OF THE CALCULATION OF PRECAST REINFORCED CONCRETE FRAME 22-STOREY BUILDINGS WITH LIGHT PLIABLE PLUG JOINTS

Abstract.

In domestic and foreign practice of design are widely used plug-in joints to connect the elements of reinforced concrete frames, which must meet the requirements for the calculation of the two groups of limit states: according to the bearing capacity and unfit for normal use (excessive movement, mutual shifts, crack opening, etc.). Yielding joints reduces the overall stiffness of the building, and consequently an increase in horizontal displacement, which is especially important for multi-storey buildings. The article describes the design features a 22-storey apartment building using reinforced concrete frame UIKSS.

В отечественной и зарубежной практике проектирования широко используются штепсельные стыки для соединения элементов ж/б каркасов [1]. Одной из современных быстровозводимых сборных ж/б систем является УИКСС, состоящая из двух основных элементов – колонн и плоских плит, образующих бескапитальные безбалочные

диски перекрытий, все соединения элементов в которой осуществляются с помощью высокотехнологичных и с низкой металлоемкостью штепсельных стыков, исключающих применение закладных деталей и производство сварочных работ при монтаже конструкций [2].

Рассматриваемое жилое здание состоит из 3-х блок-секций: двух угловых восьмиэтажных и центральной 22-х этажной, разделенных между собой деформационно-осадочными швами. Высота каждого этажа 3,0 м. Продольный шаг колонн в обоих направлениях одинаковый – 6,0 м, рис.1. Габаритные размеры здания в плане 78,35 × 48,30 м, высота угловых секций - 27,00 м, рядовой секции - 71,10 м. Общий вид здания показан на рис.2. Несущая система зданий выполнена из:

- сборных железобетонных колонн высотой 2.840 м, сечением 400х400 мм в угловых секциях, сечением 500х500 мм с 1 по 10 этаж, сечением 400х400 мм с 11 по 18 этаж, сечением 300х300 с 19 по 22 этаж в центральной секции;

- сборных железобетонных панелей перекрытий и покрытия - надколонных, размерами 2.98х2.98 м и 3.25х2.98 м; пролетных и межколонных размерами 2.98х2.98 м. Материалы каркаса: для колонн принят бетон класса В40, для плит перекрытия - класса В30, арматура для всех конструкций: рабочая - класса А400, распределительная - класса А240. Схема расположения элементов каркаса для центральной секции приведена на рис. 3.

Жесткость каркаса обеспечивается симметричной расстановкой сборных диафрагм.

Как элементы несущей системы здания, стыковые соединения должны удовлетворять требованиям расчета по двум группам предельных состояний: по несущей способности и по непригодности к нормальной эксплуатации (чрезмерные перемещения, взаимные сдвиги, раскрытие трещин и т.п.). Податливость стыков приводит к уменьшению общей жесткости здания, следовательно, к увеличению горизонтальных перемещений, что особенно важно для многоэтажных зданий.

На всех стадиях проектирования многоэтажного здания, включая моделирование каркаса в расчетных программных комплексах необходимо учесть фактор податливости стыка, значение которого не только количественно, но и качественно изменяет перераспределение усилий в элементах несущей системы здания.

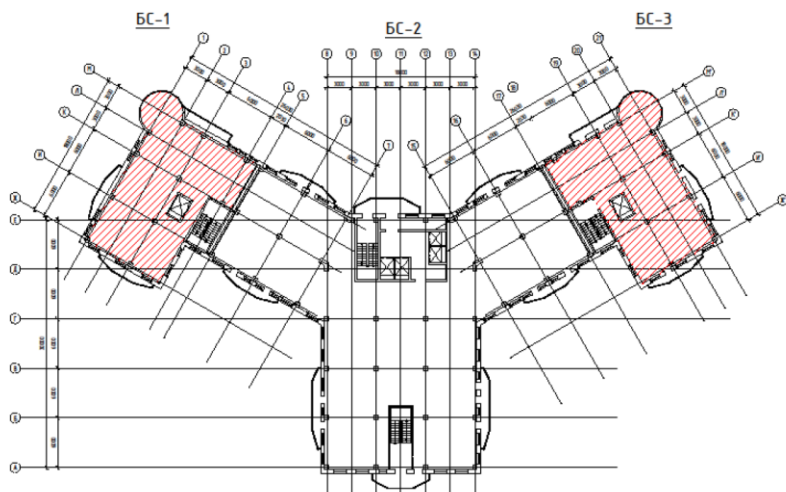


Рис. 1. Схема компоновки секций здания



Рис. 2. Общий вид здания

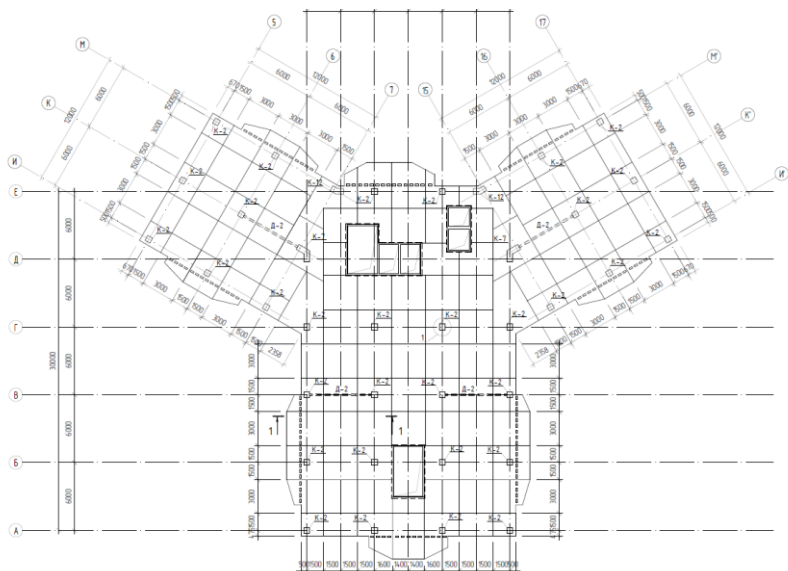


Рис.3. Схема расположения элементов каркаса УИКСС.

Статический расчет каркаса здания и его конструктивных элементов выполняется в программном комплексе «Ли́ра САПР-2013», предназначенного для расчета пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания по 1-ой, и 2-ой группам предельных состояний. Элементы каркаса в модели заданы в виде пластин и стержней соответствующей жесткости. В первом приближении, для уточнения сечений колонн по высоте выполнен расчет как для монолитного каркаса, без учета податливости штепсельных стыков колонн, который позволил получить так же значения усилий, для анализа их влияния на стыки колонн. В результате расчета установлено, что максимальные перемещения каркаса не превысили предельно допустимых нормами проектирования, однако известно, что учет податливости стыка значительно увеличивает величину горизонтальных перемещений [3]. Оценка величины перемещений должна учитывать соотношение величины продольной сжимающей силы от вышележащих конструкций к горизонтальному воздействию. Так же в каркасе УИКСС штепсельный стык расположен в зоне совместного действия продольной силы и изгибающего момента, рис.4, что не позволяет без корректировки использовать методики оценки прочности и

деформативности, предложенные ранее для стыков, расположенных в зоне нулевых моментов [3,4].

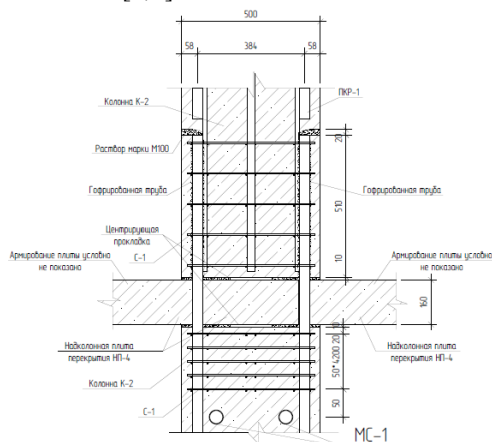


Рис.4. Общий вид штепсельного стыка по системе УИКСС

Авторами предлагается следующая последовательность расчета каркаса:

1. Выделение расчетных случаев стыков по высоте каркаса, в зависимости от соотношения, полученных из статического расчета усилий N, M, Q ;
2. Определение величины податливости стыков, с учетом расчетного случая;
3. Введение полученных значений податливости в расчетную модель и ее повторный расчет для подтверждения достаточной жесткости здания при выбранной схеме и принятых сечениях элементов;
4. Сравнение полученных величин перемещений с предельно допустимыми в соответствии с действующими нормами проектирования.
5. При необходимости снижения деформативности стыков для проектной стадии предлагается изменение физических и геометрических характеристик элементов каркаса, при анализе существующих зданий требуется выполнить усиление стыков.

В качестве базовой методики для оценки податливости предполагается использовать формулы, предложенные Абдрахимовой Н.С., с их корректировкой с учетом полученных из статического расчета соотношений усилий.

Предлагаемая последовательность расчета сборного каркаса позволит точнее оценить его деформативность, для предотвращения возможных аварийных ситуаций в процессе его эксплуатации.

Литература

1. Мордич А.И. Отчет о научно-исследовательской работе Эффективные конструктивные системы многоэтажных жилых домов и общественных зданий (12...25 этажей) для условий строительства в Москве и городах Московской области, наиболее полно удовлетворяющие современным маркетинговым требованиям. //«Институт БелНИИС». Минск. 2002г.- 117с.

2. Соколов Б.С., Поздеев В.М., Трошков Е.О. Технико-экономическое обоснование целесообразности использования нового решения узла сопряжения колонн с надколонной плитой в сборных железобетонных безбалочных перекрытиях // *Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит.* 2013. №31(50). Ч 2. Строительные науки. С. 58 – 61.

3. Н.С. Абдрахимова Сдвиговая податливость штепсельных стыков железобетонных колонн. Диссертация/ Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Казань, 2016. -149 с.

4. Б.С.Соколов, Р.Р. Латыпов Прочность и податливость штепсельных стыков железобетонных колонн при действии статических и сейсмических нагрузок. Монография/ Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Казань, 2009. -139 с.

5. Соколов Б.С., Лизунова Н.С. Экспериментально-теоретическая методика оценки сдвиговой податливости штепсельных стыков железобетонных колонн // *Известия КГАСУ*. – 2014. – № 1 (27). – С. 119-124.

Ключевые слова: стык, сборный железобетонный каркас, деформации, многоэтажное жилое здание.

Keywords: joint, precast concrete frame, displacement, multi-storey residential building.

К.А. Фабричная – кандидат технических наук, старший преподаватель

Н.С. Абдрахимова – кандидат технических наук, ассистент

Н.Н. Фалахов - магистр первого года обучения

Кафедра Железобетонных и каменных конструкций. Институт Строительства. Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

K.A. Fabrichnaya - Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer

N.S. Abdrakhimova - Candidate of Technical Sciences, assistant

N.N. Falahov - Master's first year

Department of reinforced concrete and masonry structures. Institute of Construction. Kazan State University of Architecture and Civil Engineering (KSUAE)

Для цитирования:

Фабричная К.А. Особенности расчета сборного железобетонного каркаса 22-х этажного здания с учетом податливости штепсельных стыков/ К.А. Фабричная, Н.С. Абдрахимова, Н.Н. Фалахов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 166 – 172.

Citation:

Fabrichnaya K.A. Features of the calculation of precast reinforced concrete frame 22-storey buildings with light pliable plug joints / K.A. Fabrichnaya, N.S. Abdrakhimova, N.N. Falahov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 166 – 172.

УДК 624.94(69.04)

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ КАРКАСА ЗДАНИЯ ГОСТИНИЧНО - ДЕЛОВОГО КОМПЛЕКСА В РАЗЛИЧНЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСАХ

К.А. Фабричная, С.Р. Альтапов

Казанский Государственный архитектурно–строительный
Университет (КазГАСУ), г. Казань, Россия.

Аннотация

В статье описаны результаты использования на всех стадиях проектирования 30-ти этажного многофункционального здания различных расчетных программных комплексов, позволяющих смоделировать ветровое давление. Целью исследований является выполнение расчета с учетом обтекаемости здания, тогда как традиционное равномерное распределение ветрового давления приводит к увеличению перемещений, следовательно, к повышению материалоемкости каркаса здания.

FEATURES OF THE ACCOUNTING OF WIND INFLUENCE WHEN MODELLING THE FRAMEWORK OF THE BUILDING OF HOTEL - BUSINESS COMPLEX IN VARIOUS PROGRAM COMPLEXES

Abstract

The article describes the results of the use at all stages of designing a 30-storey multi-purpose building of various settlement software systems that allow to simulate wind pressure. The purpose of research is to perform the calculation based on streamlining the building, while the traditional uniform distribution of the wind pressure increases the displacement, therefore, to improve the material-building framework.

В последние годы увеличивается объем проектирования и строительства высотных зданий различного назначения и возникает множество проблем, связанных в том числе со сжатыми сроками разработки проектных решений. Одной из таких проблем является оценка ветровых нагрузок на здания сложных форм при расчете и оптимизации несущей системы зданий. В этом случае одни участки фасада могут быть расположены под прямым углом к направлению ветра, другие – под различными углами. То есть одни участки будут испытывать максимальное ветровое давление, другие – лишь часть от

максимального, третьи могут оказаться в зоне разряжения и испытывать отрицательное давление. Упрощение действительного ветрового воздействия и его распределения по фасадам здания приводит к экономически неэффективному решению для несущей системы с избыточным запасом прочности, а оптимизация формы здания с учетом ветрового давления позволяет снизить материалоемкость каркаса.

Известно, что при оценке ветровых воздействий на здания используют различные методы [1,2]. Это расчет ветровых нагрузок по СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» или экспериментальные методы путем «продувания» модели здания в аэродинамических трубах [3]. Но в расчетных методах по СП возникают трудности с оценкой аэродинамических коэффициентов зданий сложных форм, а испытание моделей зданий в аэродинамических трубах технически сложно, затратно и продолжительно по времени. В последние годы для оценки ветрового давления созданы различные компьютерные программы, основанные на численном решении систем уравнений, отражающих общие законы аэро- и гидродинамики, позволяющими выполнять расчеты с минимальными затратами времени. В связи с этим все большее использование находят численные методы анализа ветровых воздействии [4].

На примере здания, которое проектировалось для строительства в новом городе-спутнике Казани был выполнен ряд расчетов, анализ которых позволил выполнить формообразование здания таким образом, чтобы снизить ветровое давление на несущий каркас. Актуальность подобного исследования очевидна, так как здание является высотной доминантой застройки и расположено на открытой местности.

На первоначальном этапе исследований был проведен анализ объемной модели здания, созданной в программе SketchUp 2015, в виртуальной аэродинамической трубе при помощи программы Autodesk Flow Design 2015, которая позволяет получить полную информацию о ветровых воздействиях на здание: ветровое давление (или разряжение) на различных участках фасада (Па); скорость ветровых потоков (м/с). Определены ветровые воздействия для 30-ти этажного здания традиционной формы в виде параллелепипеда, нашедшего широкое распространение в строительстве, рис. 1,а. Предложена оптимизация формы здания по высоте за счет скошенных или закругленных элементов фасадов [5], испытывающих максимальное ветровое давление, рис.1,б.

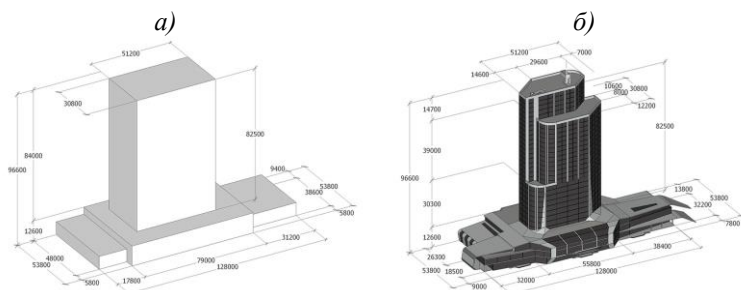


Рис. 1. Геометрия моделей зданий, созданных в программном комплексе «SketchUp 2015»: традиционной формы (а), оптимизированный вариант (б).

В здании традиционной формы, давление на поверхности распределяется равномерно, максимальная величина положительного давления наблюдается в средней части здания с наветренной стороны, а максимальные значения отрицательного давления наблюдаются на боковых поверхностях здания. В случае здания сложной обтекаемой формы равного габаритами в плане и по высоте, за счет скошенных, закругленных элементов фасадов и некоторого сдвига геометрии здания по высоте, давления на поверхности здания распространяются неравномерно. Установлено снижение величины давления для оптимизированной формы, при анализе распределения давлений и скорости воздушных потоков при обтекании зданий с торцевого фасада, рис.2.

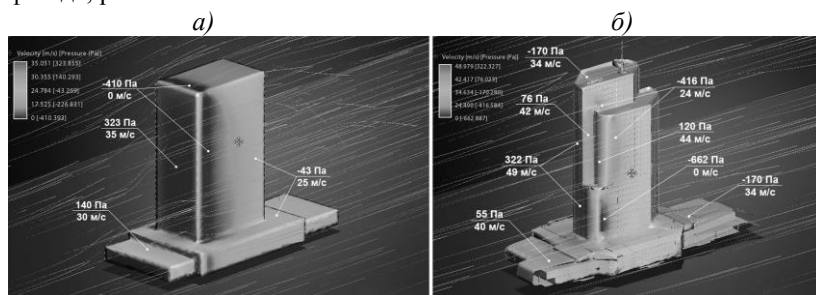


Рис. 2. Распределение давлений и скорости воздушных потоков при обтекании зданий с торцевого фасада: здание традиционной формы (а), оптимизированный вариант (б).

Следует также отметить тот момент, что на поверхности покрытия здания появляется отрицательное давление, т.е. зона

разряжения, которое может способствовать эффекту «всплывания» верхних этажей и уменьшению вертикальных нагрузок от здания, причем эффект усиливается при использовании покрытий криволинейных очертаний.

Использованный метод анализа позволил без больших затрат изменить геометрию здания и его отдельных частей с учетом ветровых воздействий для преобладающих для площадки строительства направлений, а так же при необходимости учесть влияние окружающей застройки.

На втором этапе исследований выполнены расчеты несущей конструкции здания, в том числе с учетом обтекаемости. Для моделирования использовались такие программные комплексы, как Мономах-САПР 2013, Лира-САПР 2013 и Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015. Исходные расчетные модели каркаса одинаковые, вплоть до разбиения сетки конечных элементов с шагом 0,5 м. Все вышеуказанные программные комплексы позволяют автоматически задавать ветровые нагрузки, но только последний из них на данный момент позволяет выполнить расчет с учетом обтекаемости здания, тогда как в остальных реализовано традиционное равномерное распределение ветрового давления по площади фасада. В расчетной программе Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015 при имитации ветровых нагрузок моделируется ветровой поток вокруг конструкции. Эта функция особенно полезна для конструкций со сложной геометрией, для которых обычно трудно определить ортогональную ветровую нагрузку. Имитация ветра работает как аэродинамическая труба, при этом для визуализации и понимания влияния ветра наглядно отображаются цветные карты распределения давления, рис. 3.

Анализ результатов, полученных в виде изополей перемещений в разных расчетных программах, рис.4, показал значительное снижение величин горизонтальных перемещений в случае учета обтекаемости формы здания, по сравнению с ветровым нагружением принятым по СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия». Так максимальные горизонтальные перемещения в программе Лира-САПР 2013 по оси X составили 31,4 мм (а) и по оси Y-41,4 мм (б) ; тогда как в программе Autodesk Robot SAP 2015 по оси X - 4,6 мм (в) и по оси Y - 10 мм (г), что говорит о необходимости совершенствования нормативной документации в части определения аэродинамических коэффициентов для высотных зданий сложных форм.

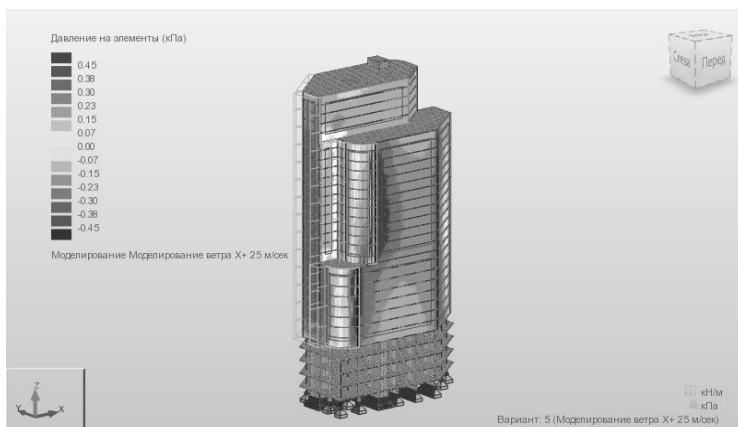


Рис. 3. Расчетная модель здания с отображением карт давлений в программе Autodesk Robot SAP 2015

Не менее значимы результаты, полученные при основном сочетании нагрузок для вертикального перемещения каркаса здания по оси Z при основном сочетании нагрузок, (рис.4 д,е), которые так же показали снижение величины прогиба при учете обтекаемости. Максимальные вертикальные перемещения каркаса здания по оси Z при основном сочетании нагрузок в программе Лира-САПР 2013 составили 35,3 мм (д), а в Autodesk Robot SAP 2015 - 29,7 мм (е) соответственно.

Подобный результат связан с тем, что: во первых, значения нагрузок прилагаемые к модели от ветрового воздействия при расчете в программе Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015 получаются намного меньше, во вторых - программа Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2015 генерирует нагрузки от ветра не только в строго горизонтальном направлении, как это делается в программе Лира-САПР 2013, но и в зонах разряжения, даже в вертикальном направлении, что вызывает выше упомянутый в статье эффект «всплытия». Данному эффекту уделено мало внимания и его изучение в будущем является одним из перспективных направлений исследований при оценке деформативности и прочности каркасов зданий и, особенно стыков конструктивных элементов верхних этажей.

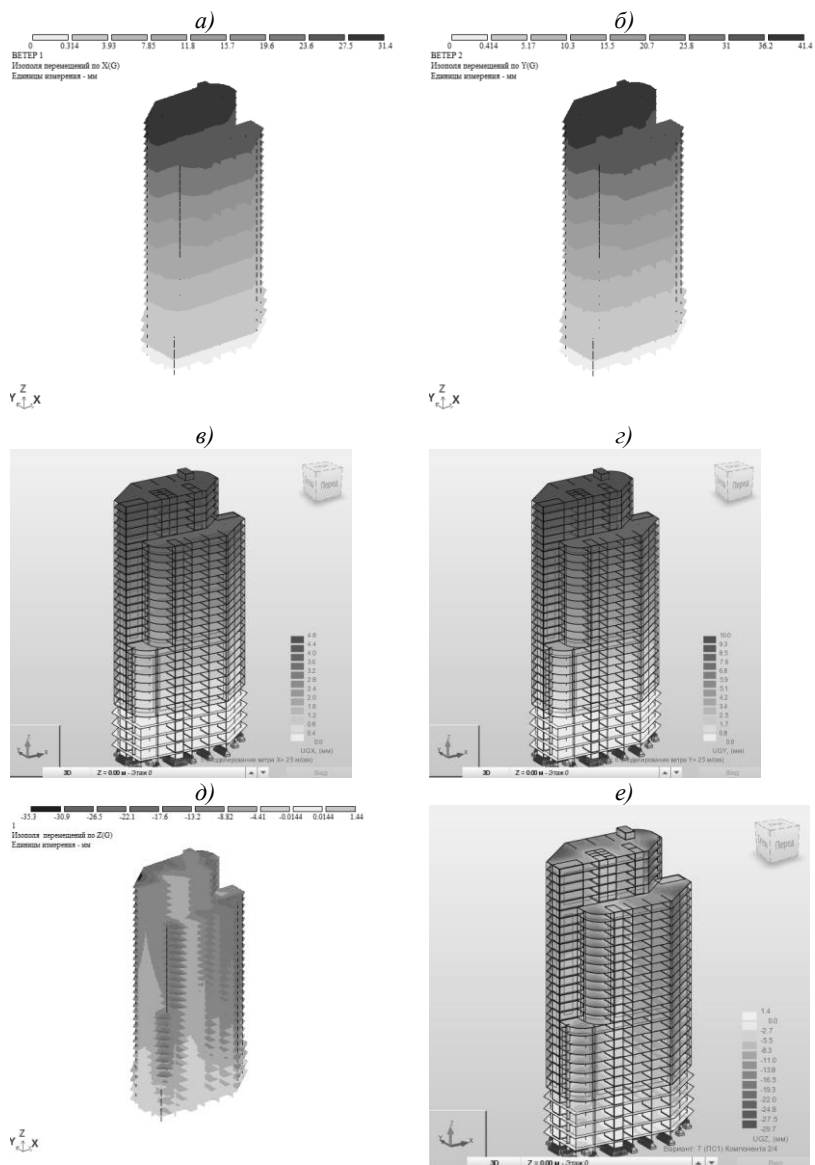


Рис. 4. Изополюс горизонтальных перемещений каркаса здания от ветровых нагрузок: Лира по оси X (а), Y (б) ; Autodesk Robot по оси X (в), Y (г). Вертикальные перемещения по оси Z при основном сочетании нагрузок: Лира (д) Autodesk Robot (е)

Таким образом, результаты расчетов показали, что упрощение ветровых нагрузок по СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» для многоэтажных зданий сложной формы является некорректным, приводит к увеличению перемещений, следовательно, к повышению материалоемкости каркаса здания. Возникает необходимость совершенствования нормативной документации с учетом применения при проектировании современных программных комплексов, с использованием исследований моделей зданий в аэродинамической трубе, экспериментального определения действительных ветровых воздействий на существующие аналогичные здания.

Литература

1. Реттер Э.И., Стриженов С.И. Аэродинамика зданий. – М.: Стройиздат, 1968. – 240 с.
2. Реттер Э.И. Архитектурно-строительная аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1984. – 240 с.
3. Дубинский С.И. Численное моделирование ветровых воздействий на высотные здания и комплексы. – М.: МГСУ, 2010. – 198 с.
4. Пузырев П.И., Оленьков В.Д. Моделирование ветровой нагрузки на уникальные здания на примере церкви Покрова Пресвятой Богородицы. – Челябинск: ЮУрГУ, 2014. – 87 с.
5. Куприянов В.Н., Альтапов С.Р. Моделирование ветровых воздействий изменением формы здания. – Казань: Известия КазГАСУ номер 2.36, 2016. – 100 с.

Ключевые слова: высотное здание, ветровое воздействие, обтекаемость здания, форма здания, ветровое давление, компьютерные программы.

Keywords: high-rise building, wind effects, streamlined buildings, building form, wind pressure, computer programs.

Фабричная Ксения Александровна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры ЖБиКК, Казанский Государственный архитектурно-строительный Университет (КазГАСУ), г. Казань, Россия

Альтапов Салават Ринатович – магистрант кафедры Проектирования зданий, Казанский Государственный архитектурно-строительный Университет (КазГАСУ), г. Казань, Россия

Fabrichnaya Kseniya Aleksandrovna – candidat of technical science, senior lecturer in RC&CC, Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE), Kazan, Russia

Altapov Salavat Rinatovich – master in Building Design, Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE), Kazan, Russia

Для цитирования:

Фабричная К.А. Особенности учета ветрового воздействия при моделировании каркаса здания гостинично - делового комплекса в различных программных комплексах / К.А. Фабричная, С.Р. Альтапов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 173 – 180.

Citation:

Fabrichnaya K.A. Features of the accounting of wind influence when modelling the framework of the building of hotel - business complex in various program complexes / K.A. Fabrichnaya, S.R. Altapov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 173 – 180.

УДК 624.078.412

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СТЫКОВ КАРКАСА УИКСС ПРИ
МОДЕРНИЗАЦИИ ЗДАНИЙ ДЕТСКИХ ДОШКОЛЬНЫХ
УЧРЕЖДЕНИЙ**

К.А. Фабричная, А.В. Левина

Казанский государственный архитектурно-строительный университет
(КазГАСУ), г.Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация.

Аннотация:

В статье описано компьютерное моделирование стыка соединения колонны и плиты покрытия несущей системы УИКСС при модернизации детских садов. Приведена программа исследования наиболее значимых факторов, влияющих на прочность и деформативность стыков.

**MODELING OF JOINTS IN FRAME UIKSS MODERNIZATION
OF BUILDINGS KINDERGARTENS**

Abstract:

The article describes computer simulation of a joint connection columns and slabs covering UIKSS bearing system for upgrading of kindergartens. Shows the research program of the most significant factors affecting the strength and deformability of joints.

Статья посвящена вопросам моделирования стыков элементов безригельного каркаса УИКСС, используемого при модернизации (надстройке и пристройке) кирпичных зданий детских садов, построенных в 40-60-х гг. Надстройка здания является наиболее эффективным мероприятием, поскольку позволяет увеличить полезную площадь здания без уплотнения площади застройки, а это интенсифицирует использование городских земель. В данном случае необходимо надстроить не более двух этажей с применением сборного безбалочного каркаса УИКСС, который позволяет осуществлять свободную планировку внутреннего пространства [1]. В рамках модернизации зданий ДООУ предлагается конструкцию новых покрытий выполнить в виде плоской эксплуатируемой кровли для размещения элементов озеленения и игровых площадок, что позволит обеспечить комфортную и экологичную территорию в условиях стесненной застройки [2].

Важными факторами, влияющими на прочность и жесткость зданий из сборного железобетона, являются конструктивное решение стыков и их деформирование при внешних воздействиях. Одним из возможных решений является штепсельный стык (рис. 1), отличительной особенностью которого является наличие цилиндрических полостей в торце нижележащих колонн и выпусков рабочей арматуры из торцов вышележащих колонн. По существующей классификации [3] такие стыки относятся к несущим, так как воспринимают различные усилия и воздействия, обеспечивая несущую способность и эксплуатационную пригодность конструктивной системы и объектов в целом. При проектировании каркасов зданий стыки располагают, как правило, в зоне отсутствия изгибающих моментов. Поэтому напряженно-деформированное состояние таких стыков зависит от воздействия продольных и поперечных сил. Особенностью стыка УИКСС в данной задаче является расположение в зоне совместного действия продольной сжимающей силы и изгибающих моментов.

При монтаже каркаса необходимо выполнить соединение колонн с плитами покрытия здания, но в данном случае при использовании штепсельного стыка будут выступать выпуски арматуры, что не совсем подходит для устройства плоской кровли. Возникает необходимость разработать иной вид соединения – штепсельно-винтовой стык, рис. 1 б, в, и обеспечить его скрытие.

В разрабатываемом проектном решении в стык входят:

- оголовки нижних колонн (концевые участки колонн);
- выпуски рабочей арматуры с резьбой на торцевых участках;
- горизонтальный шов, заполненный раствором со стальной центрирующей прокладкой;
- плита покрытия, выполненная с отверстиями для пропуска арматуры
- стальная пластина с отверстиями для пропуска стержней (в одном из вариантов решения);
- фиксирующие гайки с шайбами;
- уплотняющий материал для заполнения отверстий в плите;
- защитный колпак из ПВХ .

Для разработки нового стыка необходимо изучить его напряженно-деформированное состояние, в связи с чем выполняется моделирование в программном комплексе ЛИРА-САПР, в линейной и нелинейной постановке с изменением размеров элементов стыка и класса бетона элементов. Методика моделирования принята по аналогии с существующими для штепсельных стыков колонн [4].

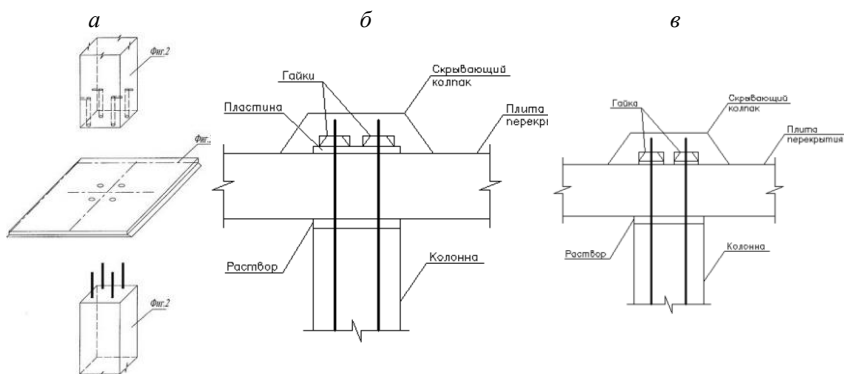


Рис.1. Штепсельный стык системы УИКСС (а), варианты штепсельно-винтового стыка: с фиксирующей пластиной (б), и без (в).

Целью компьютерного моделирования ставится изучение работы стыка с варьированием различных факторов для получения данных, необходимых при разработке расчетных выражений на основе теории сопротивления анизотропных материалов сжатию [5].

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать информационные схемы моделирования стыка с учетом факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние;
- определить расчетную модель стыка;
- выполнить расчеты и получить их результаты в удобном для анализа виде;
- провести анализ полученных расчетов и построить зависимости влияния деформации стыка от варьирования факторов;
- выявить степень влияния изменения всех параметров.

Для выполнения данных целей и задач выбран программный комплекс «ЛИРА САПР 2013», который реализует метод конечных элементов (МКЭ), с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (линейных, плоских и пространственных), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам. Тип конечного элемента определяется его геометрической формой, правилами,

определяющими зависимость между перемещениями узлов конечного элемента и узлов системы, физическим законом, определяющим зависимость между внутренними усилиями и внутренними перемещениями, и набором параметров (жесткостей), входящих в описание этого закона.

При выборе расчетной схемы основное внимание уделено отражению действительного состояния стыков, соответствующего их работе в составе каркаса. Анализ полученных результатов позволит выделить из числа варьируемых факторов наиболее значимые, построить зависимости – «деформации стыка – фактор», которые будут учтены при разработке методики расчета.

В состав стыка входит шесть основных элементов, от совместной работы которых зависит обеспечение требуемой прочности и жесткости стыка. Для изучения их влияния на прочность стыка составлена программа компьютерного моделирования, информационная схема которой представлена на рис. 2, в которой учтены выбранные факторы:

- физико-механические свойства раствора заполняющего шов;
- толщина шва, сцепление контактной поверхности «раствор – бетон»;
- физико-механические свойства бетона колонн;
- продольное армирование;
- раздельное и совместное влияние продольных и поперечных сил, разных по величине.

На начальном этапе исследования н.д.с. стыка была сформирована расчетная модель базового образца, представленная на рис. 3 а, с о следующими характеристиками: размеры колонны 30х30х100см, плита покрытия 100х100х16, продольное армирование принято 4Ø16А400, бетон тяжелый класса В25, раствор М100. Конечные элементы выбирались, в основном, четырехугольные.

Размеры конечного элемента для колонн приняты 5х5х5см ($x - y - z$), в области растворного шва конечные элементы уменьшались до 5х5х1см. Конечные элементы арматуры и окружающего раствора в скважине задавали триангуляцией контура с количеством узлов на сетке разбивки до 12. Такое количество узлов позволяет создать контур, близкий к окружности. В местах стыковки элементов триангуляция выполнялась треугольными элементами. Пример разбивки расчетной модели на конечные элементы в плане для колонны и плиты показана на рис. 3 б, в.

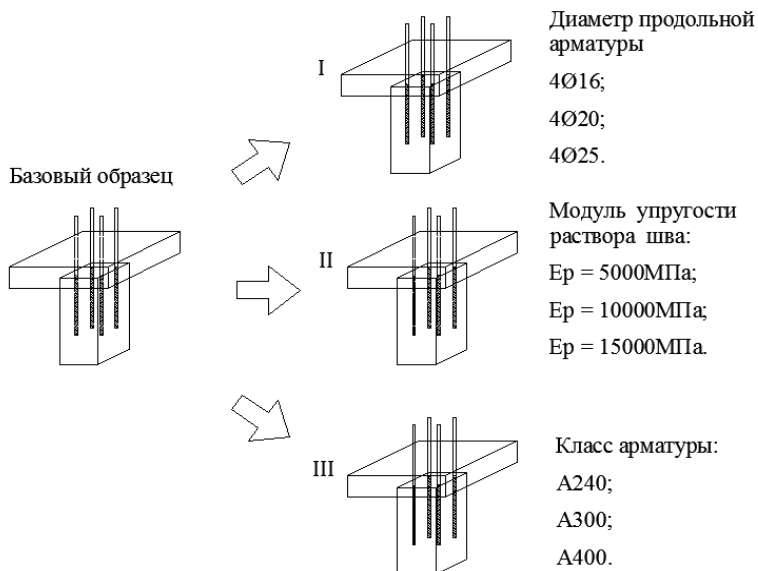


Рис. 2. Информационная схема моделирования штепсельно-винтового стыка

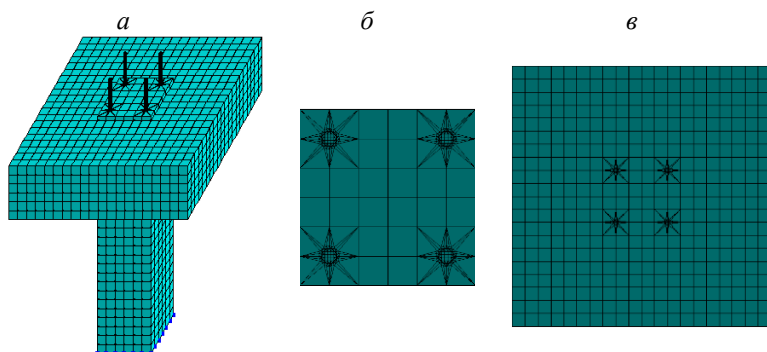


Рис. 3. Расчетная модель базового образца (а), разбивка образцов на КЭ в плане: колонна (б), плита (в).

По результатам расчета моделей стыка в линейной постановке будут получены изополя напряжений и перемещений, на основании которых строятся графики зависимости фактор - напряжение (деформация), что позволит установить влияние на н.д.с. стыка выделенных факторов. По результатам расчета стыка в нелинейной

постановке задачи планируется установить последовательность разрушения элементов стыка, проверить необходимость использования в узле фиксирующей пластины и определить оптимальный материал заполнения отверстий в плите.

Литература

1. Соколов Б.С. Антаков А.Б., Фабричная К.А. Проектирование детских дошкольных и школьных учреждений с использованием универсальной индустриальной каркасной системы строительства (УИКСС) и крупноформатных керамических камней//Жилищное строительство.2014.№11. С 7-9.

2. Фабричная К.А. К строительству детских дошкольных учреждений в стесненных условиях с использованием универсальной каркасной системы строительства УИКСС-Татарстан/ Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции НАСКР-2014. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2014. С. 41–47.

3. Матков Н.Г., Васильев А.П. Стыки колонн без сварки арматуры в каркасах многоэтажных зданий // Бетон и железобетон. – 1973. – № 3.

4. Соколов Б.С., Латыпов Р.Р. Прочность и податливость штепсельных стыков железобетонных колонн при действии статических и сейсмических нагрузок. Монография/ Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Казань, 2009.С.139.

5. Соколов Б.С. Теория силового сопротивления анизотропных материалов сжатию и ее практическое применение. М: АСВ, 2011. – 160с.

Ключевые слова: компьютерное моделирование стыка, надстройка, сборный каркас, детские сады.

Keywords: modeling of a joint, superstructure, combined framework, kindergartens.

К.А. Фабричная – кандидат технических наук, старший преподаватель.

А.В. Левина – магистр второго года обучения.

Кафедра Железобетонных и каменных конструкций. Институт строительства. Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ), г.Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация.

К.А. Fabrichnaya- PhD, senior lecturer.

A.V.Levina - Master's second year.

Department of reinforced concrete and masonry structures. Construction Institute. Kazan State University of Architecture and Civil Engineering (KSUAE), Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation.

Для цитирования:

Фабричная К.А. Моделирование стыков каркаса уиксс при модернизации зданий детских дошкольных учреждений / К.А. Фабричная, А.В. Левина // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 181 – 187.

Citation:

Fabrichnaya K.A. Features of the accounting of wind influence when modelling the framework of the building of hotel - business complex in various program complexes / K.A. Fabrichnaya, A.V. Levina // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 181 – 187.

УДК 624.921 (69.04)
МОДЕЛИРОВАНИЕ СТЫКОВ ПОЛУРАМ СБОРНЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РАМ ПРОЛОТОМ 24 МЕТРА

К.А. Фабричная, Н.В. Мартиняк.

Казанский государственный архитектурно–строительный университет (КазГАСУ), г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация.

Аннотация

В статье рассмотрено моделирование жесткого стыка стойки и ригеля в сборных железобетонных полурамах с усовершенствованными геометрическими параметрами. Выделены этапы деформации и разрушения элементов стыка, полученные в результате выполненных расчетов. Предложены конструктивные решения, необходимые для снижения сдвиговых деформаций.

MODELING HALFBEAK JOINTS MODULAR CONCRETE
FRAMES SPANS 24 METRES

Abstract

The article describes the modeling of a rigid joint in precast concrete half-frames are available series with improved geometric parameters. There are variants of changes in the size of the hard pairing. After a series of calculations of the assumptions its possible deformations, namely the damaged area.

Для возможности широкого использования в строительстве промышленного и общественного назначения серия железобетонных сборных полурам 1.822-1 прямоугольного сечения пролетом 24 м была усовершенствована в направлении изменения геометрических характеристик (увеличения высоты стойки полурамы и расчета нескольких вариантов облегчения сечения). Предлагаемые полурамы выполняются как сплошного, так и сквозного сечения, с различными ограждающими конструкциями с учетом климатических условий республики Татарстан. Расширено направление использования зданий данной конфигурации (пролетом 24 метра, высотой 7 метров при высоте стойки 5,91 метров):

- промышленные объекты - цеха без мостовых кранов, склады и станции технического обслуживания автомобилей;
- общественные объекты – в особенности спортивные сооружения для размещения залов аэробики, тренажеров,

четырёхугольные конечные элементы (тип 44 – в линейной постановке, тип 234 – в нелинейной постановке), в местах пересечения элементов стыка КЭ преобразуются в треугольные конечные элементы (тип 36 – в линейной постановке, тип 236 – в нелинейной постановке).

Использованы следующие характеристики материалов стыка: продольная арматура класса А400, цементно-песчаный раствор М100, класс бетона полурам В30.

В результате расчета модели штепсельного стыка с использованием ПК Лира-САПР получены изополя перемещений и напряжений в зоне стыка полурамы, рис. 2.

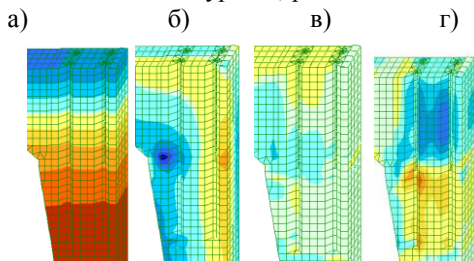


Рис 2. Изополя деформаций и напряжений в стыке: перемещения по оси x , по оси y (а,б), напряжения по N_y и txz (в,г)

В результате изгибающих и сдвиговых воздействий, наблюдаемых по результатам расчета, выявлены следующие зоны деформаций в штепсельном стыке:

- Смятие бетона в скважинах под действием усилий, полученных от работы продольной арматуры (напряжения близки к пределу прочности при сжатии);
- Изгиб продольной арматуры в области соединения ригеля и стойки (т.е. полученные напряжения превышают нормативный предел текучести стали А400 – σ_t), рис. 3;
- Выкрашивание защитного слоя бетона (достижение напряжений в бетоне предела прочности при сжатии – R_b);
- Разрыв связи между бетоном и раствором швом, а также между продольной арматурой и строительным раствором в скважине (выдергивание);
- Появление трещин на поверхности бетона полурамы ($\sigma_b > R_b$; $\sigma_{bt} \sim R_{bt}$);

В целом, характер напряженно-деформированного состояния стыка соответствует полученному ранее при исследовании стыков колонн [5,6], однако в рассмотренной модели преобладают сдвиговые

воздействия, что необходимо учесть при уточнении методики расчета прочности и сдвиговой податливости.

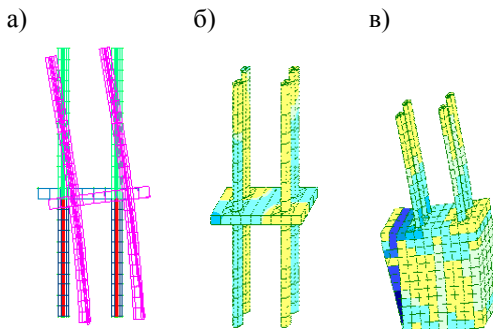


Рис 3. Деформации продольной арматуры и растворного шва: а) модель деформации, б) перемещения по оси у, в) напряжения по N_x

Для снижения сдвиговых деформаций в конструкцию стыка предлагается внести дополнительные элементы в виде:

- устройства поперечного армирования в виде сеток класса В500 в верхней части стыка;
- установки гофрированной трубы в скважины для лучшего сцепления с бетоном;
- монтажа стальных хомутов в виде полос (стальная обойма – для усиления обжатия стыка);
- модифицирующих добавок в цементный раствор для заполнения скважин.

Выводы:

Произведенные исследования жесткого сопряжения стыка полурам серии «БОРС» позволили обосновать правомерность использования для расчетов ранее разработанных для стыков колонн методик, с корректировкой параметров с учетом особенностей работы стыка. Предполагаются дальнейшие исследования н.д.с. стыка при варьировании толщины растворного шва, размера и количества скважин, добавления элементов усиления. Продолжается расчет и конструирование полурам с укрупненными габаритами (пролетом до 30 метров, высоты стойки до 9 метров) для использования их в строительстве большепролетных зданий.

Литература

1. Соколов Б.С., Поздеев В.М., Трошков Е.О. Технико-экономическое обоснование целесообразности использования нового решения узла сопряжения колонн с надколонной плитой в сборных железобетонных безбалочных перекрытиях // *Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит.* 2013. №31(50). Ч 2. Строительные науки. С. 58 – 61.
2. Мордич А.И. Отчет о научно-исследовательской работе Эффективные конструктивные системы многоэтажных жилых домов и общественных зданий (12...25 этажей) для условий строительства в Москве и городах Московской области, наиболее полно удовлетворяющие современным маркетинговым требованиям. «Институт БелНИИС» Минск 2002г. -117с.
3. Мартиняк Н.В. Исследование НДС сборной железобетонной рамы промышленного здания пролетом 24 м/ Тезисы докладов 67 Всероссийской научной конференции по проблемам архитектуры и строительства, Казань КазГАСУ, 2015 – С.39
4. Мартиняк Н.В. «БОРС» - Большепролетная рама сборная железобетонная для строительства промышленных зданий/Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 23-28 ноября 2015 г.): в 8ч Часть 5. Инновации в строительстве, природообустройстве и техносферной безопасности. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. – С.125-128
5. Б.С.Соколов, Р.Р. Латыпов Прочность и податливость штепсельных стыков железобетонных колонн при действии статических и сейсмических нагрузок. Монография/ Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Казань, 2009.-139 с.
6. Н.С. Абдрахимова Сдвиговая податливость штепсельных стыков железобетонных колонн. Диссертация/ Казанский государственный архитектурно-строительный университет. Казань, 2016. -149 с.

Ключевые слова: сборная железобетонная рама, штепсельный стык, жесткость, деформации, компьютерное моделирование.

Keywords: precast concrete frame, the plug joint, stiffness, horizontal deformation, computer simulation.

К.А. Фабричная – кандидат технических наук, старший преподаватель

Н.В. Мартиняк – магистр второго года обучения

Кафедра Железобетонных и каменных конструкций. Институт Строительства. Казанский государственный архитектурно–строительный университет (КазГАСУ)

K.A. Fabrichnaya - Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer
N.V. Martinjak - - Master's second year

Department of reinforced concrete and masonry structures. Institute of Construction. Kazan State University of Architecture and Civil Engineering (KSUAE)

Для цитирования:

Фабричная К.А. Моделирование стыков полурам сборных железобетонных рам пролетом 24 метра / К.А. Фабричная, Н.В. Мартиняк // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 188 – 193.

Citation:

Fabrichnaya K.A. Modeling halfbeak joints modular concrete frames spans 24 metres / K.A. Fabrichnaya, N.V. Martinjak // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 188 – 193.

УДК 624.012.45.04

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ПЛОСКИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПРИ ПРОДАВЛИВАНИИ

В.Б. Филатов, Е.П. Бубнов

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
Архитектурно-строительный институт, г. Самара, Россия

Аннотация

Представлены результаты исследований на конечно-элементных моделях и опытных образцах плоских железобетонных плит при продавливании колоннами квадратного и прямоугольного сечения. Приведена методика исследования прогибов железобетонных плит на конечно-элементных моделях, по результатам которого выбран оптимальный вариант нагружения опытных образцов. Выполнен сравнительный анализ опытных значений прогибов железобетонных плит при продавливании колонной прямоугольного сечения в зависимости от соотношения его сторон.

INVESTIGATION OF DEFORMABILITY OF REINFORCED CONCRETE FLAT SLABS UNDER PUNCHING

Abstract

Presented the results of investigations on the finite element models and test samples of reinforced concrete flat slabs with punching by columns of square and rectangular cross-section. Presented the methodology of the study of deflections of reinforced concrete slabs on the finite element model, on the results of which selected the best option loading of test samples. Executed a comparative analysis of the experimental values of the deflection of reinforced concrete slabs with punching by column of rectangular section, depending on the ratio of its sides.

Исследование деформативности плит на конечно-элементных моделях

Численное исследование на конечно-элементных моделях выполнялось с целью определения схемы нагружения при испытаниях опытных образцов. Известно, что деформирование плит при действии равномерно распределенной нагрузки и сосредоточенных сил различно. При проектировании железобетонных конструкций рассматривается, как правило, воздействие равномерно распределенных нагрузок, в то время как при испытаниях опытных

образцов нагрузка прикладывается в виде сосредоточенных сил. При испытании линейных конструкций (балки, колонны) это различие не столь существенно, или может быть компенсировано расчетной методикой, однако для плитных конструкций, работающих в двух направлениях, влияние схемы нагружения может быть значительным [1]. Численные методы являются эффективным инструментом для исследования напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций и успешно применяются в работах авторов [2–5]. Исследование выполнялось на конечно-элементных моделях, разработанных для трех опытных образцов. Опытные образцы, изготовленные из тяжелого бетона, представляли собой фрагмент монолитного узла сопряжения колонны прямоугольного сечения с плоской плитой. Варьируемым параметром являлось отношение сторон сечения колонны. Испытание образцов предполагалось проводить в испытательном стенде путем приложения нагрузки до продавливания железобетонной плиты колонной. Задачей численного исследования было определение такой схемы приложения сосредоточенных сил на плиту, при которой перемещения точек плиты в наибольшей степени соответствовали бы перемещениям тех же точек плиты при действии равномерно распределенной нагрузки. Конечно-элементные модели разрабатывались в среде “LIRA-SAPR 2014” и представляли собой плоскую железобетонную плиту (конечный элемент – оболочка) в середине которой расположен фрагмент колонны (конечный элемент – стержень). Сопряжение плиты с колонной моделировалось с помощью опций «абсолютно жесткое тело», которое задавалось в узлах плиты и «жесткая вставка», которая задавалась в стержнях (колонне). Размеры «абсолютно жесткого тела» варьировались и соответствовали сечению колонны – 200×200 мм, 200×500 мм и 200×800 мм. На первом этапе исследования плита конечно-элементных моделей нагружалась равномерно-распределенной нагрузкой для получения картины вертикальных перемещений плиты. На втором этапе нагружение плиты производилось сосредоточенными силами на участках, предусмотренных конструкцией испытательного стенда. В этом случае варьировалось положение точек нагружения вдоль наружной грани плиты (по две точки нагружения вдоль каждой грани). Положение точек нагружения на плите выбиралось таким образом, чтобы вертикальные перемещения узлов конечных элементов плиты в наибольшей степени соответствовали вертикальным перемещениям этих узлов при действии равномерно распределенной нагрузки. Изополя вертикальных перемещений плит конечно-элементных

моделей, полученные по результатам численного исследования, представлены на рис. 1, 2.

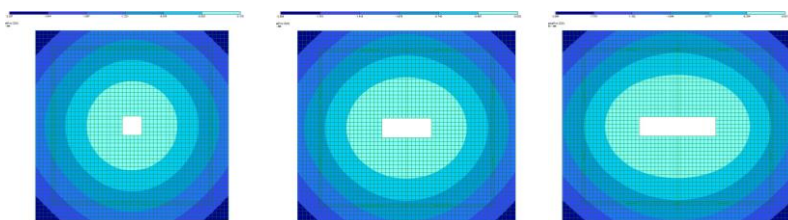


Рис. 1. Изополя вертикальных перемещений плиты при действии равномерно-распределенной нагрузки

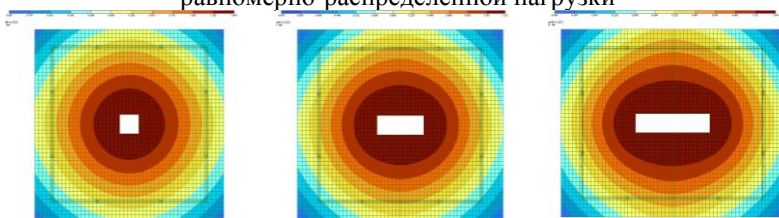


Рис. 2. Изополя вертикальных перемещений плиты при действии сосредоточенных сил

Анализ результатов конечно-элементного моделирования показывает, что при равномерно распределенной нагрузке изолинии равных перемещений плиты для квадратной колонны расположены по окружности, а для прямоугольных колонн – по эллипсу, причем отношение большой и малой осей эллипса меняется с изменением отношения сторон сечения колонны (рис. 1). Указанные особенности деформирования плиты под нагрузкой соответствуют теоретическим предпосылкам о характере деформирования плиты, представленным в [6–8]. Приведенные на рис. 2 изополя вертикальных перемещений плит при действии сосредоточенных сил показывают, что выбранное положение точек нагружения на плите обеспечивает удовлетворительное соответствие характера деформирования плиты при обеих схемах нагружения.

Исследование деформативности плит на опытных образцах

Исследование силового сопротивления железобетонных конструкций при сложноподвижных состояниях (совместное действие нормальных и поперечных сил, изгибающих моментов) имеет эмпирическую основу, вследствие работы бетона как

композитного упруго-пластического материала с нарушением сплошности (образованием трещин) [9,10]. Экспериментальным путем исследуется характер работы конструкции для проверки выдвинутых теоретических предпосылок и последующей разработки расчетных моделей и методик расчета [11–14]. Результаты экспериментально-теоретических исследований прочности и деформативности плоских железобетонных плит при продавливании, в том числе прямоугольными колоннами, представлены в работах [1, 15–18].

Исследуемые авторами опытные образцы представляли собой фрагмент железобетонного монолитного узла сопряжения колонны прямоугольного сечения с плоской плитой. Варьируемым параметром являлось отношение сторон сечения колонны. Испытано три образца:

- КСП-1 – колонна квадратного сечения 200×200 мм;
- КСП-2,5 – колонна прямоугольного сечения 200×500 мм;
- КСП-4 – колонна прямоугольного сечения 200×800 мм.

Толщина плит всех опытных образцов составляла 140 мм. Армирование у верхней (растянутой) грани плиты выполнялось арматурными стержнями диаметром 14 мм класса А500 с шагом 100 мм, у нижней (сжатой) грани принято армирование стержнями диаметром 5 мм класса В500 с шагом 100 мм. Поперечное армирование в плите отсутствовало. Кубиковая прочность бетона составляла: для образца КСП-1 – 40 МПа, для образцов КСП-2,5 и КСП-4 – 30 МПа.

Нагружение опытных образцов производилось в силовой раме. Сосредоточенная нагрузка создавалась гидравлическим домкратом грузоподъемностью 1000 кН и прикладывалась к нижней грани колонны. Нагрузка на плиту опытных образцов передавалась через четыре металлические балки, имеющие по две шарнирные точки опирания на верхнюю грань плиты. Балки удерживались тягами, проходящими через гильзы в плите образца и закрепленными в силовом полу с помощью траверс. Для передачи равномерного давления на поверхность плиты по всем восьми точкам все балки, тяги и траверсы были одного типоразмера.

Прогибы плиты измерялись с помощью прогибомеров как разность перемещений плиты в заданной точке и у поверхности колонны. Схемы расстановки прогибомеров и точки приложения нагрузки на плиты опытных образцов представлены на рис. 3. Ширина раскрытия трещин на поверхности плиты измерялась с помощью микроскопа МПБ-2.

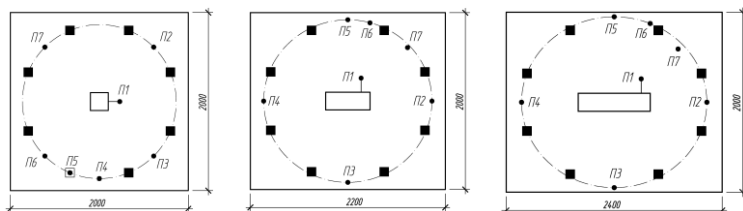


Рис. 3. Схемы расстановки прогибмеров и точек приложения сосредоточенных сил.

Нагружение образца производилось ступенями по 5% от теоретической разрушающей нагрузки. Время выдержки образца под нагрузкой на каждой ступени составляло 15 минут. На каждой ступени нагружения производилась фиксация показаний тензодатчиков, прогибмеров, схем образования и развития трещин. Образец КСП-4 в процессе испытаний показан на рис. 4.



Рис. 4. Испытание опытного образца КСП-4

Разрушение образцов произошло хрупко, вследствие продавливания плиты колонной. Величины разрушающих нагрузок составили 272 кН, 281,3 кН, 328,4 кН для образцов КСП-1, КСП-2,5 и КСП-4, соответственно.

Величины прогибов плиты образца КСП-1 перед разрушением варьировались в диапазоне 72,5 – 78 мм, причем наименьший прогиб отмечен на оси, перпендикулярной наружной грани плиты (П4), а наибольший – на диагональной оси плиты (П7). Максимальное расхождение значений прогибов на противоположных сторонах плиты (П3 – П7 и П6 – П2) не превышает 4%, что позволяет сделать вывод о практически симметричных вертикальных перемещениях плиты образца КСП-1 относительно колонны в точках фиксации (рис. 3). Величины прогибов плит образцов КСП-2,5 и КСП-4 перед

разрушением превышали прогибы плиты образца КСП-1 на 4 – 8% по короткой стороне плиты и на 8 – 11% по длинной стороне. В целом, наибольшие прогибы отмечены на длинных сторонах и диагональных осях плит опытных образцов.

Осредненные значения прогибов плит опытных образцов в зависимости от уровня нагружения представлены на рис. 5.

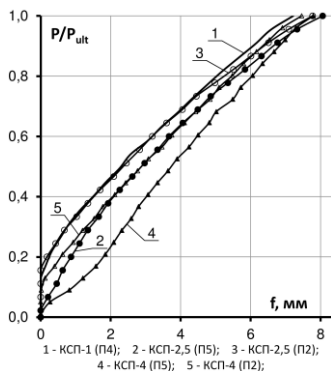


Рис. 5. Прогибы плит образцов КСП-1 ÷ КСП-4 в зависимости от уровня нагружения

Предложенная методика испытаний железобетонных плит на продавливание позволяет моделировать работу плит под равномерно распределенной нагрузкой путем приложения сосредоточенных сил. Результаты проведенных исследований показывают удовлетворительную сходимость качественной картины силового сопротивления железобетонных плит продавливанию при действии равномерно распределенной нагрузки и сосредоточенных сил. Получены новые экспериментальные данные о прочности и деформативности плоских железобетонных плит при продавливании колонной прямоугольного сечения в зависимости от соотношения его сторон.

Литература

1. Punching of flat slabs supported on rectangular columns / J. Sagaseta, L. Tassinari, M. Ruiz, A. Muttoni // Engineering Structures. – 2014. – no. 77. – pp. 17–33.
2. Кодыш, Э.Н. Влияние параметров идеализированных диаграмм деформирования бетона на расчетные значения прочности, трещиностойкости и деформаций изгибаемых и внецентренно сжатых

элементов / Э.Н. Кодыш, Н.Н. Трекин, Д.Н. Трекин // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону : в 7 томах. Т. 1. М.: МГСУ. – 2014. – С. 69–75.

3. Тамразян, А.Г. К расчету железобетонных элементов с учетом ползучести и старения на основе реологической модели бетона / А.Г. Тамразян // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 7. – С. 26–27.

4. Карпенко, Н.И. Анализ и совершенствование криволинейных диаграмм деформирования бетона для расчета железобетонных конструкций по деформационной модели / Н.И. Карпенко, Б.С. Соколов, О.В. Радайкин // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 1. – С. 28–30.

5. Filatov, V.B. Research of the stress condition of the normal section of reinforced concrete elements using nonlinear deformation model / V.B. Filatov, A.A. Suvorov // Procedia Engineering. – 2016. – Vol. 153. – pp. 144–150, doi: 10.1016/j.proeng.2016.08.094.

6. Филатов, В.Б. Силовое сопротивление железобетонных монолитных плоских плит перекрытий при продавливании колоннами прямоугольного сечения / В.Б. Филатов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 4(5) – С. 1322–1324.

7. Филатов, В.Б. Совершенствование нормативной методики расчета на продавливание плоских железобетонных плит / В.Б. Филатов // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – № 5 (40). – С. 80–84.

8. Филатов, В.Б. Анализ влияния конструктивных параметров на прочность железобетонных плит при продавливании / В.Б. Филатов, Е.П. Бубнов, А.К. Алексеев, М.А. Брусков, З.Ш. Галяутдинов, А.Г. Пройдин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 4(3) – С. 646–649.

9. Травуш, В.И. Некоторые направления развития теории живучести конструктивных систем зданий и сооружений / В.И. Травуш, В.И. Колчунов, Н.В. Ключева // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 3. – С. 4–11.

10. Травуш, В.И. Безопасность среды жизнедеятельности – смысл и задача строительной науки / В.И. Травуш, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 7. – С. 20–27.

11. Тамразян, А.Г., К оценке надежности железобетонных плоских безбалочных плит перекрытий на продавливание при действии сосредоточенной силы в условиях высоких температур / А.Г.

Тамразян, Ю.Н. Звонов // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 7. – С. 24–28.

12. Филатов, В.Б., Особенности работы и эффективное использование жесткой поперечной арматуры железобетонных балок / В.Б. Филатов, Ю.В. Жильцов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 4-5. – С. 1325–1328.

13. Филатов, В.Б. Расчетная модель наклонного сечения железобетонной балки с учетом сил зацепления в наклонной трещине / В.Б. Филатов, Е.В. Блинкова // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 3. – С. 39–42.

14. Филатов, В.Б. Расчет прочности наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов с учетом сил зацепления в наклонной трещине / В.Б. Филатов // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 томах. Т. 1. М.: МГСУ – 2014. – С. 389-396.

15. Трекин, Н.Н. Скрытые металлические капители безбалочных монолитных перекрытий / Н.Н. Трекин, Д.А. Пекин // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 7. – С. 17–20.

16. Болгов, А.Н. Численное моделирование работы плоских плит при продавливании, усиленных поперечной арматурой / А.Н. Болгов, А.З. Сокуров // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону : в 7 томах. Т. 4. М.: МГСУ. – 2014. – С. 139–149.

17. Болгов, А.Н., Продавливание железобетонных плит от действия внецентренно приложенной сосредоточенной силы / А.Н. Болгов, Д.М. Якимович // «Бетон и железобетон - взгляд в будущее»: науч. тр. III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 т. Т. 1. М.: МГСУ. – 2014.– С. 224–233.

18. Punching Shear Strength of Slabs with Openings and Supported on Rectangular Columns / T. Susanto, H. K. Cheong, K. L. Kuang, J. Z. Geng // ACI Structural Journal. – 2004. – Vol. 101, № 5. – pp. 678 – 687.

Ключевые слова: безбалочный каркас, плоская железобетонная плита, колонна, продавливание, конечно-элементная модель, прогиб.

Keywords: beamless frame, reinforced concrete flat plate, column, punching shear, finite element model, deflection.

Филатов В.Б., к.т.н., доцент кафедры «Строительные конструкции» Архитектурно-строительного института ФГБОУ ВО

«Самарский государственный технический университет». E-mail: vb_filatov@mail.ru

Бубнов Е. П., магистр, инженер ОНИЛ ЖБК кафедры «Строительные конструкции» Архитектурно-строительного института ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет». E-mail: bubnovevgp@gmail.com

Filatov V.B., PhD in engineering, Associate Professor of the Department “Building Constructions” of Institute of Architecture and Civil Engineering, Samara State Technical University. E-mail: vb_filatov@mail.ru

Bubnov E.P., master, Engineer of the Department “Building constructions” of Institute of Architecture and Civil Engineering, Samara State Technical University. E-mail: bubnovevgp@gmail.com

Для цитирования:

Филатов В.Б. Исследование деформативности плоских железобетонных плит при продавливании / В.Б. Филатов, Е.П. Бубнов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 194 – 202.

Citation:

Filatov V.B. Investigation of deformability of reinforced concrete flat slabs under punching / V.B. Filatov, E.P. Bubnov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 194 – 202.

УДК 624.012.45.04

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
НАГЕЛЬНОГО ЭФФЕКТА ПРОДОЛЬНОЙ АРМАТУРЫ В
НАКЛОННОМ СЕЧЕНИИ ИЗГИБАЕМОГО ЭЛЕМЕНТА

В.Б. Филатов, Ф.П. Скачков, Е.В. Чекушкин

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
Архитектурно-строительный институт, г. Самара, Россия

Аннотация

Представлены методика и результаты экспериментального исследования нагельного эффекта продольной арматуры в зоне поперечного изгиба железобетонных балок. Выполнен анализ экспериментальных данных и определены опытные значения поперечных усилий в арматурных стержнях.

RESULTS OF EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON DOWEL
EFFECT OF LONGITUDINAL REINFORCEMENT IN THE INCLINED
SECTION OF THE BENDING ELEMENT

Abstract

Presents the methodology and results of an experimental study of the dowel effect of longitudinal reinforcement in the zone of shear flexure of reinforced concrete beams. Analyzed experimental data and determined the experimental values of transverse forces in the reinforcing bars

Экспериментальные исследования авторов [1] показали, что в наклонном сечении изгибаемого элемента без поперечной арматуры кроме сопротивления срезу бетона над наклонной трещиной действуют неучтенные в расчетной модели усилия: касательное усилие в продольной растянутой арматуре (нагельный эффект) и силы зацепления по берегам наклонной трещины. Метод расчета прочности железобетонных элементов по наклонным сечениям с учетом усилия нагельного эффекта и сил зацепления был предложен А. С. Залесовым [2]. Однако в нормативной методике расчета эти усилия не были представлены в расчетных зависимостях в силу недостаточности данных и учитывались косвенно – через величину Q_b [3]. Следующим этапом в развитии метода расчета прочности изгибаемых железобетонных элементов по наклонным сечениям стало предложение авторов [4–6]. Расчетные зависимости, предложенные в [5, 6], включают в себя следующие усилия: суммарное усилие в хомутах, пересекающих наклонную трещину, касательное усилие,

возникающее в продольной растянутой арматуре; касательные усилия сопротивления сдвигу берегов наклонной трещины. Касательное усилие в сжатой зоне бетона определяется по уточненной зависимости [4], позволяющей избежать дополнительных ограничений эмпирического характера, но в условии прочности касательное усилие Q_b выражается через остальные компоненты напряженного состояния.

Оценка усилий, действующих в местах пересечения продольной растянутой арматуры и наклонной трещины, является сложной задачей, поскольку зависит от большого количества факторов [7–10]. Опыты показывают, что в месте пересечения с наклонной трещиной продольная арматура испытывает как растяжение, так и изгиб, вследствие взаимного смещения частей элемента, разделенных наклонной трещиной, в результате чего в продольной арматуре, в месте пересечения ее наклонным сечением, возникает осевое продольное растягивающее усилие и поперечное, так называемое, нагельное усилие, которое, в свою очередь, вызывает откол или раскалывание бетона защитного слоя [11,12]. Поперечное (нагельное) усилие в продольной арматуре может определяться исходя из предельного состояния при отрыве или раскалывании бетонного слоя, а также исходя из предельного состояния в арматурном стержне от действия изгибающего момента и растягивающей осевой продольной силы. Вследствие недостаточного количества экспериментальных данных о проявлении нагельного эффекта в конструкциях при поперечном изгибе, проблема учета нагельного эффекта при расчете прочности по наклонному сечению по-прежнему является актуальной.

Экспериментальное исследование нагельного эффекта продольной арматуры проводилось на двух опытных образцах, которые представляли собой железобетонные балки прямоугольного поперечного сечения $h = 450$ мм, $b = 330$ мм, с расчетным пролетом $l = 2000$ мм. Образцы отличались процентом продольного армирования сечения (0,93% и 1,54%). Армирование балок выполнено двумя стержнями продольной арматуры класса А500С (диаметром 28 мм – балка 2,5Б-0,93-28 и 36 мм – балка 2,5Б-1,54-36), приваренных на опорах к анкерам – уголкам №10. Поперечная арматура в образцах отсутствовала.

Измерение деформаций арматурных стержней производилось с помощью тензорезисторов с базой 10 мм, наклеенных с шагом 100 мм на подготовленные площадки на верхней и нижней поверхности стержней. После отверждения клея производилась гидроизоляция

тензорезисторов эпоксидным составом (рис. 1) для последующего бетонирования образцов.

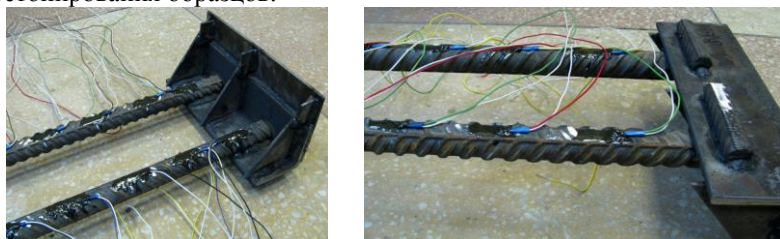


Рис. 1. Гидроизоляция тензорезисторов на арматуре

Определение физико-механических характеристик бетона производилось по результатам испытаний бетонных кубов и призм, изготовленных при бетонировании опытных образцов. Определение характеристик арматуры производилось по результатам испытаний образцов стержней. Призменная прочность бетона составила $R_b = 22$ МПа. Характеристики арматуры: $\sigma_{0,2} = 540$ МПа, $\sigma_u = 620$ МПа.

Нагружение образцов производилось сосредоточенной силой в середине пролета, так что относительная величина пролета среза составляла 2,5. Нагрузка прикладывалась ступенями по 5% от теоретической разрушающей нагрузки. Время выдержки образца под нагрузкой на каждой ступени составляло 15 минут. Разрушение образцов произошло по наклонному сечению от действия поперечной силы и имело хрупкий характер. Опытные значения разрушающих нагрузок составили:

- для образца 2,5Б-0,93-28 $P_{ult} = 333,5$ кН;
- для образца 2,5Б-1,54-36 $P_{ult} = 289,4$ кН.

Вид образцов после испытания представлен на рис. 2.

По показаниям тензорезисторов на арматурных стержнях, полученным в ходе испытаний, для пролета с критической наклонной трещиной при нагрузке $P \approx P_{ult}$ построены графики распределения относительных деформаций по длине стержней (рис. 3), эпюры изгибающих моментов и поперечных сил в сечениях стержней в приопорной зоне образцов. На рис. 3 – 5 приведены опытные значения деформаций и полученные эпюры усилий для балки 2,5Б-0,93-28.

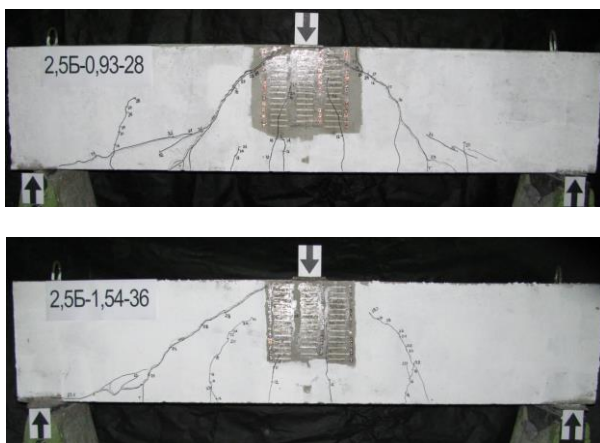
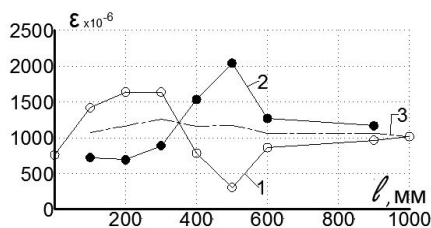
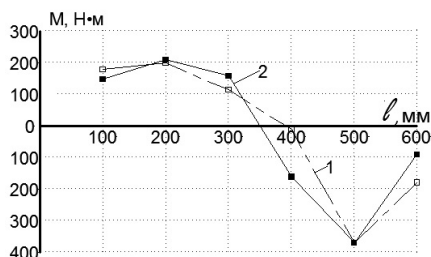


Рис. 2. Вид образцов после испытания



1 – деформации верхних волокон стержня; 2 – деформации нижних волокон стержня; 3 – осевые деформации стержня;

Рис. 3. Распределение деформаций по длине арматурного стержня



1 – стержень № 1; 2 – стержень № 2;

Рис. 4. Эпюры изгибающих моментов по длине арматурных стержней

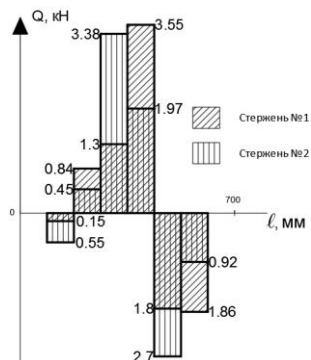


Рис. 5. Эпюра поперечных сил по длине арматурных стержней

Балка 2,5Б-0,93-28. Максимальное значение поперечной силы составляет: $Q_{d,1} = 5,4$ кН, $Q_{d,2} = 4,7$ кН для стержней №1 и №2, соответственно. Величина поперечной силы для двух стержней $Q_{d,tot} = 10,1$ кН. Сравнение со значением поперечной силы, воспринимаемой балкой ($Q = 166,75$ кН), показывает, что величина нагельного эффекта составляет $Q_d = 6\%$ от несущей способности балки.

Балка 2,5Б-1,54-36. Максимальное значение поперечной силы составляет: $Q_{d,1} = 14,7$ кН, $Q_{d,2} = 14,9$ кН для стержней №1 и №2, соответственно. Величина поперечной силы для двух стержней $Q_{d,tot} = 29,6$ кН. Сравнение со значением поперечной силы, воспринимаемой балкой ($Q = 144,55$ кН), показывает, что величина нагельного эффекта составляет $Q_d = 20,5\%$ от несущей способности балки.

Литература

1. Гвоздев, А.А. Силы зацепления в наклонных трещинах / А.А. Гвоздев, А.С. Залесов, И.А. Титов // Бетон и железобетон. – 1975. – № 7. – С. 44 – 45.
2. Залесов, А.С. Новый метод расчета прочности железобетонных элементов по наклонным сечениям / А.С. Залесов // Расчет и конструирование железобетонных конструкций : сб. тр. НИИЖБ. – М., – 1977. – Вып. 39. – С. 16 – 28.
3. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций/под ред. А.А. Гвоздева.–М.: Стройиздат. 1978.–С. 76–94.
4. Карпенко, С.Н. Построение критериев прочности железобетонных конструкций по наклонным трещинам разрушения /

С.Н. Карпенко // ACADEMIA. Архитектура и строительство. – 2006. – № 2. – С. 54 – 59.

5. Карпенко, Н.И. О новом построении критериев прочности железобетонных элементов при действии поперечных сил / Н.И. Карпенко, С.Н. Карпенко // ACADEMIA. Архитектура и строительство. – 2006. – № 3. – С. 26 – 31.

6. Карпенко, С.Н. Об общем подходе к построению теории прочности железобетонных элементов при действии поперечных сил / С.Н. Карпенко // Бетон и железобетон. – 2007. – № 2. – С. 21 – 27.

7. Filatov, V.B. Research of the stress condition of the normal section of reinforced concrete elements using nonlinear deformation model / V.B. Filatov, A.A. Suvorov // Procedia Engineering. – 2016. – Vol. 153. – pp. 144–150, doi: 10.1016/j.proeng.2016.08.094.

8. Филатов, В.Б. Расчет прочности наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов с учетом сил зацепления в наклонной трещине / В.Б. Филатов // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 томах. Т. 1. М.: МГСУ – 2014. – С. 389-396.

9. Филатов, В.Б. Сравнительная оценка прочности железобетонных элементов при поперечном изгибе по различным методикам / В.Б. Филатов // Современные проблемы расчета железобетонных конструкций, зданий и сооружений на аварийные воздействия: Сборник докладов Международной научной конференции. М.: НИУ МГСУ. – 2016. – С. 484–488.

10. Филатов, В.Б. Совершенствование нормативной методики расчета на продавливание плоских железобетонных плит / В.Б. Филатов // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – № 5(40). – С. 80–84.

11. Филатов, В.Б., Особенности работы и эффективное использование жесткой поперечной арматуры железобетонных балок / В.Б. Филатов, Ю.В. Жильцов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 4-5. – С. 1325–1328.

12. Силантьев, А.С. Экспериментальные исследования влияния продольного армирования на сопротивление изгибаемых железобетонных элементов без поперечной арматуры по наклонным сечениям / А.С. Силантьев // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 1. – С. 58–61.

Ключевые слова: поперечная сила, наклонное сечение, продольная арматура, нагельный эффект.

Keywords: shear force, inclined section, longitudinal reinforcement, dowel effect.

Филатов В.Б., к.т.н., доцент кафедры «Строительные конструкции» Архитектурно-строительного института ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет». E-mail: vb_filatov@mail.ru

Скачков Ф.П., Чекушкин Е.В., бакалавры, магистранты кафедры «Строительные конструкции» Архитектурно-строительного института ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».

Filatov V.B., PhD in engineering, Associate Professor of the Department “Building Constructions” of Institute of Architecture and Civil Engineering, Samara State Technical University. E-mail: vb_filatov@mail.ru

Skachkov F.P., Chekushkin E.V., bachelors, students of the Department “Building Constructions” of Institute of Architecture and Civil Engineering, Samara State Technical University.

Для цитирования:

Филатов В.Б. Результаты экспериментального исследования нагельного эффекта продольной арматуры в наклонном сечении изгибаемого элемента / В.Б. Филатов, Е.П. Бубнов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 203 – .209.

Citation:

Filatov V.B. Results of experimental investigation on dowel effect of longitudinal reinforcement in the inclined section of the bending element / V.B. Filatov, F.P. Skachkov, E.V. Chekushkin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 203 – 209.

УДК 699.81.

ОГНЕЗАЩИТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Л.А. Яковлева, Н.В. Иванова

ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В работе рассматриваются способы повышения огнестойкости стальных конструкций, выполняющие функции огнезащиты, повышающие устойчивость металла к воздействию огня; рассматриваются методы, предотвращающие деформацию металла при пожаре и препятствующие распространению пожара.

FIRE PROTECTION OF METAL STRUCTURES

Abstract

This paper investigates ways to improve the fire resistance of steel structures performing the functions of fire protection, increase the resiliency of the metal to the action of fire; addresses methods to prevent deformation of the metal in the fire and preventing the fire from spreading.

1. Необходимость защиты стальных конструкций. Все металлы под воздействием высокой температуры теряют прочность и разрушаются. Учет надёжности и безопасности сооружений относится к основным проблемам, решаемым при проектировании, возведении и эксплуатации зданий. Стальные несущие конструкции наряду со значительными конструктивными преимуществами имеют существенный недостаток – низкую огнестойкость. Предел огнестойкости незащищенных стальных креплений, устанавливаемых по конструктивным соображениям без расчета, принимается равным 0,5 ч [2].

При обследовании металлических конструкций, согласно ГОСТ 31937-2011, определяется качество стали, из которой изготовлены конструкции, устанавливается марка стали, соответствие свойства стали стандарту этой марки и ее расчетным характеристикам. Свойства стали регламентируются согласно СП 16.13330.2011. При оценке качества стали учитываются рабочие чертежи и сертификаты на металл, электроды, сварочную проволоку, метизы, а также нормативные документы, действовавшие в период возведения объекта.

Механические свойства стали при нагревании ее до температуры $200 - 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ практически не меняются [1]. При температуре $250 - 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ прочность стали несколько повышается, пластичность снижается. Сталь становится более хрупкой. При этой температуре сталь не следует деформировать или подвергать ударным воздействиям. При нагревании выше $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ резко падает предел текучести и временное сопротивление.

При нагреве свыше $500 - 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ стальные конструкции теряют несущую способность, а при нагреве свыше $700 - 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ обрушаются под собственным весом. Поэтому в качестве основной критической (проектной) температуры принята температура $500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Самонесущие и недогруженные стальные конструкции могут сохранять свою несущую способность и при температуре $650\text{ }^{\circ}\text{C}$, несущая способность нормально нагруженных конструкции сохраняется при $500 - 550\text{ }^{\circ}\text{C}$, перегруженные конструкции могут терять несущую способность уже при $400 - 450\text{ }^{\circ}\text{C}$. При нагреве на $600 - 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ наступает температурная пластичность и сталь теряет свою несущую способность. Например, в Англии приняты две критические температуры $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $620\text{ }^{\circ}\text{C}$ [6].

2. Пассивная огнезащита металлоконструкций. Во время пожара огонь остановить достаточно сложно. Незащищенная стальная балка через 25 минут теряет свои прочностные характеристики. Средства скорой пожарной защиты не всегда достаточно эффективны. Хотя стальные конструкции, несущие балки, лестничные пролеты могут не сгореть, но в результате деформации при воздействии огня они теряют свою прочность, что может привести к обрушению здания.

Чтобы предотвратить разрушительные последствия используется специальная огнезащита металлоконструкций [5]. Самыми распространенными способами являются:

1) Нанесение огнезащитных красок, обмазок, напыления на поверхность металлических конструкций.

Огнезащитные покрытия при воздействии высокой температуры вспучиваются, что способствует теплоизоляции металлической поверхности. Слой обмазки толщиной 2-3 мм при воздействии высоких температур вспучивается и на некоторое время создает на защищаемой поверхности слой пористого материала, толщиной 25-35

мм [8]. Такой вид огнезащиты увеличивает огнестойкость металлических конструкций до величин **R45 – R60**.

2) Облицовка металлических конструкций негоряемыми материалами, имеющими высокие теплозащитные показатели.

В качестве облицовок могут быть использованы бетонные плитки, керамические материалы, штукатурка. Например, слой штукатурки в 2,5 см повышает предел огнестойкости металлических конструкций до **R50** [8]. Облицовка в 0,5 кирпича увеличивает предел огнестойкости металлических конструкций до **R300**. Во избежание преждевременного обрушения облицовки при действии огня для бетонных плиток и кирпичной кладки применяют армирование, штукатурку наносят по металлической сетке (одинарной или двойной в зависимости от толщины наносимого слоя). Облицовки достаточно надежны и долговечны, они увеличивают массу конструкции. Отрицательной стороной является трудоемкость процесса облицовки.

3) Заполнение полых стержней конструкций водой естественной или принудительной циркуляцией. При пожаре происходит циркуляция воды внутри металлических конструкций, в результате теплообмена поверхность металлических конструкций охлаждается [4]. В результате этого метода происходит значительное замедление прогрева металлических элементов до критических температур. Данный способ повышения огнестойкости используется для защиты уникального здания Центр Помпиду, Париж, Франция. Жидкость, в данном случае вода, имеет большое значение теплоемкости.

4) Орошение металлических конструкций распыленной и тонкораспыленной водой.

Этот способ огнезащиты металлических конструкций основан на охлаждении металлических поверхностей конструкций, которые нагреваются в результате воздействия восходящих конвективных потоков, образующихся во время пожара. Распыленная вода экранирует металлические поверхности от лучистых тепловых потоков, распространяющихся из пламенной зоны горения.

5) Устройство в помещениях защитных подвесных потолков.

Для повышения огнестойкости стержневых металлических конструкций, удерживающих покрытия, например, ферм, применяют подвесные потолки. Они монтируются из негорючих материалов с высокими теплоизолирующими свойствами. Это является большим плюсом в отличие от огнезащиты каждого элемента металлических конструкций облицовками или вспучивающимися покрытиями, которая весьма трудоемка и недостаточно надежна, так как трудно осуществима в узловых соединениях. Повышение предела

огнестойкости осуществляется путем создания на поверхности металла теплозащищенных экранов [7]. Это достигается как бетонированием и оштукатуриванием, так и нанесением современных огнезащитных покрытий из гранулированного минерального волокна или жидкого стекла, а также тонкослойных вспучивающихся красок. Эти меры обеспечивают предел огнестойкости в пределах от 45 до 180 минут.

Огнезащитные краски обладают рядом преимуществ, выделяющих их на фоне иных огнезащитных средств. Во-первых, краски образуют покрытие с малой толщиной и весом [6]. Они не утяжеляют конструкции в отличие от облицовочных материалов и теплоотражающих экранов. Во-вторых, данное покрытие легко восстанавливается после повреждения или по истечении срока эксплуатации. В-третьих, огнезащитное покрытие выполняет двойную функцию: непосредственно защищает поверхность от огня и придает ей декоративный внешний вид.

Огнезащитная обработка металлических элементов здания повышает предел огнестойкости металлических элементов до 1,5 часов. Эти составы выполняют одновременно несколько функций [6]:

- защита от прямого воздействия источников огня,
- поглощение тепла,
- выделение ингибиторных газов,
- высвобождение воды.

Исследуем на стандартный пожар модуль типа «Кисловодск», изображенный на рис 1.

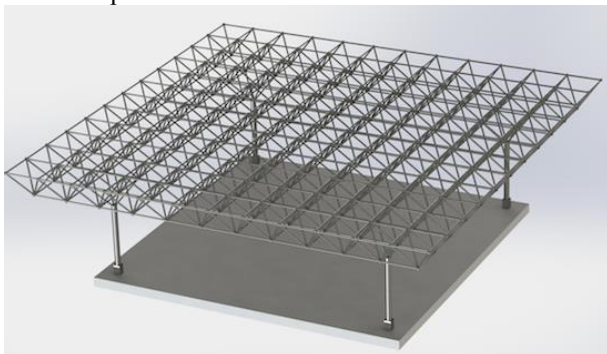
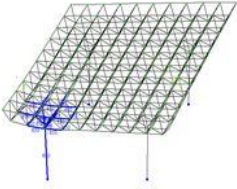
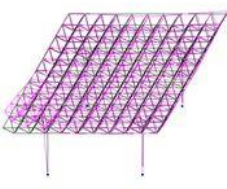
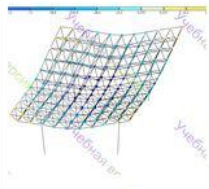
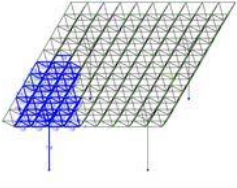
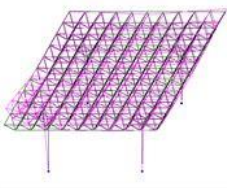
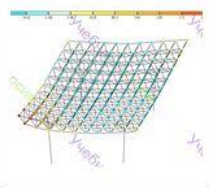
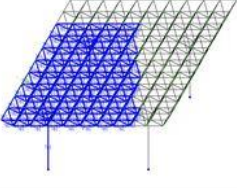
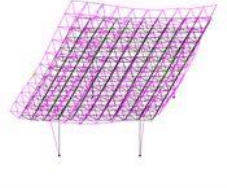
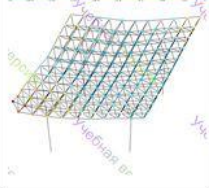
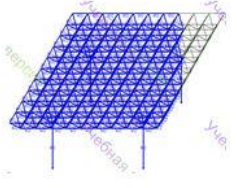
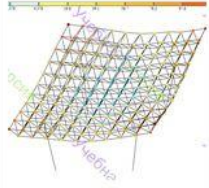


Рис. 1

Локализация предполагаемой области пожара, смещение узлов стальной конструкции в рассматриваемые моменты времени приведены в табл. 1.

Таблица 1

Время после начала пожара	Область локализации пожара	Смещение узлов	Мозаика смещений по оси Z
10 мин			
15 мин			
20 мин			
25 мин			

В табл. 2 показаны графики изменения усилий в стержнях в моменты времени: до пожара, через 10, 15, 20 и 25 минут после начала пожара

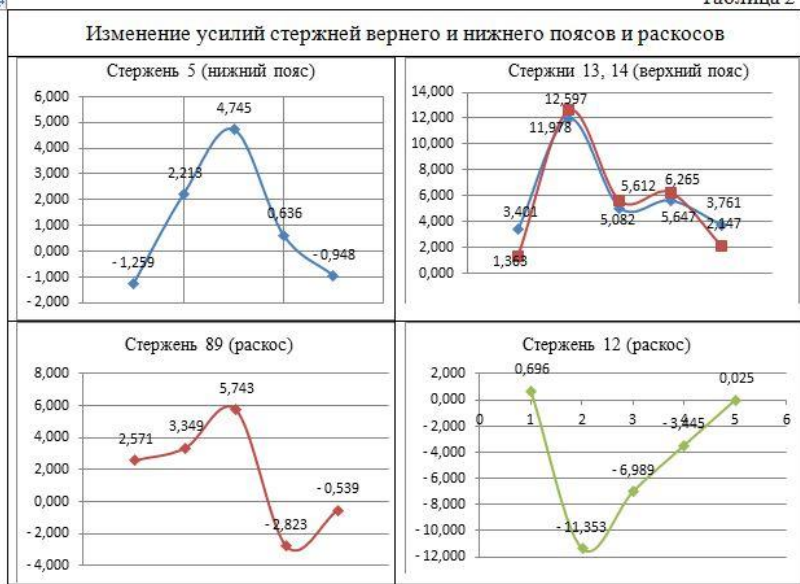
Нумерация стержней верхнего пояса

126	340	341	342	343	344	345	346	347	348
116	121	247	256	285	284	301	312	321	330
107	104	202	239	218	226	234	242	250	238
114	124	246	275	264	301	340	311	320	339
106	102	209	238	217	225	233	241	249	257
114	123	245	274	263	282	300	319	328	337
105	102	209	208	216	224	232	240	248	256
113	122	244	273	262	281	300	309	318	327
104	101	199	207	215	223	231	239	247	255
112	121	243	272	261	280	299	307	316	325
103	100	198	206	214	222	230	238	246	254
111	120	242	271	260	289	299	307	316	325
102	109	197	205	213	221	229	237	245	253
110	119	241	250	259	268	297	306	315	324
101	118	196	204	212	220	228	236	244	252
109	111	200	209	218	227	236	304	313	322
108	117	199	208	217	226	235	303	312	321
107	116	200	209	218	227	236	304	313	322
106	115	209	218	227	236	245	313	322	331
105	114	218	227	236	245	254	322	331	340
104	113	227	236	245	254	263	331	340	349
103	112	236	245	254	263	272	340	349	358
102	111	245	254	263	272	281	349	358	367
101	110	254	263	272	281	290	358	367	376

Нумерация раскосов

172	166	882	726	804	737	801	746	804	755	801	746	802	755	701	782	790	795	790	800
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
174	161	800	727	801	736	804	747	802	754	802	743	801	752	790	781	780	790	791	789
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
175	161	801	728	802	737	802	746	802	755	802	746	802	755	702	783	791	796	797	796
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
176	161	802	729	803	738	803	747	803	756	803	747	803	756	703	784	792	797	798	797
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
177	161	803	730	804	739	804	748	804	757	804	748	804	757	704	785	793	798	799	798
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
178	161	804	731	805	740	805	749	805	758	805	749	805	758	705	786	794	799	800	799
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
179	161	805	732	806	741	806	750	806	759	806	750	806	759	706	787	795	800	801	800
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
180	161	806	733	807	742	807	751	807	760	807	751	807	760	707	788	796	801	802	801
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
181	161	807	734	808	743	808	752	808	761	808	752	808	761	708	789	797	802	803	802
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
182	161	808	735	809	744	809	753	809	762	809	753	809	762	709	790	798	803	804	803
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
183	161	809	736	810	745	810	754	810	763	810	754	810	763	710	791	799	804	805	804
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
184	161	810	737	811	746	811	755	811	764	811	755	811	764	711	792	800	805	806	805
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
185	161	811	738	812	747	812	756	812	765	812	756	812	765	712	793	801	806	807	806
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
186	161	812	739	813	748	813	757	813	766	813	757	813	766	713	794	802	807	808	807
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
187	161	813	740	814	749	814	758	814	767	814	758	814	767	714	795	803	808	809	808
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
188	161	814	741	815	750	815	759	815	768	815	759	815	768	715	796	804	809	810	809
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
189	161	815	742	816	751	816	760	816	769	816	760	816	769	716	797	805	810	811	810
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
190	161	816	743	817	752	817	761	817	770	817	761	817	770	717	798	806	811	812	811
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
191	161	817	744	818	753	818	762	818	771	818	762	818	771	718	799	807	812	813	812
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
192	161	818	745	819	754	819	763	819	772	819	763	819	772	719	800	808	813	814	813
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
193	161	819	746	820	755	820	764	820	773	820	764	820	773	720	801	809	814	815	814
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
194	161	820	747	821	756	821	765	821	774	821	765	821	774	721	802	810	815	816	815
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
195	161	821	748	822	757	822	766	822	775	822	766	822	775	722	803	811	816	817	816
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
196	161	822	749	823	758	823	767	823	776	823	767	823	776	723	804	812	817	818	817
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
197	161	823	750	824	759	824	768	824	777	824	768	824	777	724	805	813	818	819	818
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
198	161	824	751	825	760	825	769	825	778	825	769	825	778	725	806	814	819	820	819
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
199	161	825	752	826	761	826	770	826	779	826	770	826	779	726	807	815	820	821	820
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358
200	161	826	753	827	762	827	771	827	780	827	771	827	780	727	808	816	821	822	821
119	161	481	386	404	351	383	364	312	391	321	380	339	359	349	309	357	358	357	358

Таблица 2



необходимость огнезащиты металлов, которая выполняет задачи увеличения несущей способности конструкций, предотвращения обрушения и сохранности здания при пожаре, уменьшению числа жертв.

Литература

1. ГОСТ 12.3.035-84 «ССБТ Работы окрасочные. Требования безопасности».

2. ГОСТ Р 53295 – 2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности».

3. ДСТУ Б В.1.117:2007 “Защита от пожара. Огнезащитные покрытия».

4. Крашенинникова М.В., Еремина Т.Ю., Дмитриева Ю.Н., Семенов Д.С. Контроль качества огнезащитных покрытий и прогнозирование сохранения огнезащитной эффективности в процессе их эксплуатации // Исторические и современные аспекты решения проблем горения, тушения и обеспечения безопасности людей при пожарах Материалы XX Международной науч -практ конф. — М ВНИИПО, 2007, 64 с.

5. Мазур В.А. Металлические конструкции гражданских зданий и инженерных сооружений: Учебно-методическое пособие для студентов строительных специальностей.— Харьков: ХГАГХ., 2003 г. —72 с.

6. Романенков И.Г., Зигерн-Корн В.Н. «Огнестойкость строительных конструкций из эффективных материалов», М., Стройиздат, 1984 г., с.194.

7. Страхов В.Л., А.И. Крутов, Н.Ф. Давыдкин «Огнезащита строительных конструкций», ТМР, М.2000 г., с. 366.

8. Яковлев А.И. «Расчет огнестойкости строительных конструкций», М., Стройиздат, 1988 г., с. 96.

Ключевые слова: металлические конструкции, огнезащита, огнестойкость, несущая способность, критическая температура, облицовка металлических конструкций.

Keywords: metal construction, fire protection, fire-resistance, carrying capacity, critical temperature, coating of metal structures.

Яковлева Лариса Анатольевна, старший преподаватель кафедры высшей математики и теоретической механики ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», магистр по направлению "Строительство"; пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-301, г. Чебоксары; e-mail: teormeh_sf@mail.ru; тел. 62-42-02 (доб. 6122).

Иванова Наталия Васильевна, доцент кафедры строительных конструкций ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», пр. Ленина, 6, строительный факультет, г. Чебоксары; sus-a@mail.ru

Yakovleva Larisa Anatolyevna, Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics and Theoretical Mechanics FGBOU VPO "Chuvash State University named IN Ulyanov", master of the direction of "Building"; Lenin ave., 6, Faculty of Civil Engineering, Office H-301, Cheboksary; e-mail: teormeh_sf@mail.ru; tel. 62-42-02 (ext. 6122).

Ivanova Natalia V., Associate Professor, Department of constructions VPO "Chuvash State University named after IN Ulyanov "Lenin Avenue, 6, Civil Engineering Department, Cheboksary.; sus-a@mail.ru

Для цитирования:

Яковлева Л.А. Огнезащита металлических конструкций / Л.А. Яковлева, Н.В. Иванова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 210 – 217.

Citation:

Yakovleva L.A. Fire protection of metal structures / L.A. Yakovleva, N.V. Ivanova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 210 – 217.

УДК 624.94.012.45

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО РАЗРУШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СИСТЕМЫ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ В ВИДЕ МОНОЛИТНОГО РАМНОГО КАРКАСА

О.С.Яковлева

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени
И.Н.Ульянова», г.Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье исследуется динамический процесс в многоэтажных железобетонных каркасах при локальных повреждениях, впоследствии выявляя особенности работы поврежденных многоэтажных каркасов. Также проводится сравнение перемещений в различных вариантах удаления колонны с ростом этажности.

A STUDY OF THE PROGRESSIVE DESTRUCTION OF THE SUPPORT SYSTEM IN HIGH-RISE BUILDINGS IN THE FORM OF MONOLITIC FRAME STRUCTURE

Abstract

The article presents the research of the dynamic process in multi-storeyed concrete framework in the case of local damages, then pointing out peculiarities of operation of damaged multi-storeyed framework. Also the study compares movements in different variations of removal of a column with the increase of the number of storeys.

В настоящее время вопросы прогрессирующего разрушения многоэтажных гражданских зданий приобретают все большее значение [9]. Существует много работ, посвященных этой важной и интересной теме[6]. Среди них можно найти расчеты многоэтажных каркасов по одноэтажной модели на воздействие, возникающее от локальных повреждений. Разные примеры показали, что одноэтажная модель применяется только для зданий до 7-10 этажей. А динамическое поведение более высоких зданий при локальных повреждениях неизвестно. Здесь еще отметим большую роль динамических эффектов. Однако учет влияния этих динамических факторов с ростом этажности здания мало изучен. Обычно причиной локального разрушения являются редкие события, вызывающие особые нагрузки на конструкции в нашем окружении наиболее реальными для жилых домов по Leyendecker E.V. и Burnett F.P. являются взрывы газа, бомб и наезд автотранспорта.

Проблеме борьбы с прогрессирующим разрушением посвящены работы Алмазова В.О., Расторгуева Б.С., Плотникова А.И. и Мутoka Кяло, Шапиро Г.И., Гурьев В.В., Эйсман Ю.А., Powell G., Gilmour J.R. и Viridi K.S., Williamson E.B. и Kaewkulchai G., Pretlove A.J., Ramsden M. и Atkins A.G., Meng-Hao Tsai и Bing-Hui Lin, Izzudin B.A., Vlassis A.G., Elghazouli A.Y., Nethercot D.A., Hyun-Su Kim, Jinkoo Kim, Da-Woon An и других ученых. В общем, авторы показали, что динамический эффект играет важную роль при прогрессирующем разрушении, но влияние динамического эффекта уменьшается с ростом пластических деформаций. Для оценки динамического эффекта часто применяют понятие коэффициента динамичности. Обычно под коэффициентом динамичности понимают отношение максимального динамического перемещения к статическому при одной и той же величине нагрузки. Однако для поставленной задачи более удобно использовать коэффициент динамичности по нагрузке K_{dv} , представляющий собой отношение статической нагрузки к динамической, которые вызывают в системе одно и то же перемещение.

Pretlove, A J., Ramsden, M. and Atkins, A.G., обсуждали важность учета динамического перераспределения усилий в расчете на прогрессирующее разрушение. Они доказали неточность статического анализа, использовавшегося для прогноза обеспечения от прогрессирующего разрушения.

Williamson E.B. и Kaewkulchai G. доказали важность учета динамических эффектов через простые примеры. В своей диссертации и публикации, Kaewkulchai G. разработал компьютерную модель малоэтажных (3 -5 этажей) плоских рамных систем (в частности стальных рам) для динамического анализа процесса прогрессирующего разрушения. В его результатах можно отметить снижение динамических эффектов с развитием пластических деформаций.

Расторгуев Б.С. предложил методы динамического расчета конструкции многоэтажного плоского каркаса при выходе из строя колонны некоторого этажа в двух случаях: прогрессирующее обрушение части здания и потеря общей устойчивости здания. Приняв мгновенное разрушение части колонны как наиболее опасное, расчет проводится для системы балок каркаса. Учет пластических деформаций производится с использованием пластических шарниров, возникающих в опорных и пролетных (у поврежденной колонны) сечениях. Общая устойчивость поврежденной рамы (при исключении

крайнего участка) в виде консольной системы с сосредоточенными массами также была рассмотрена в этой работе.

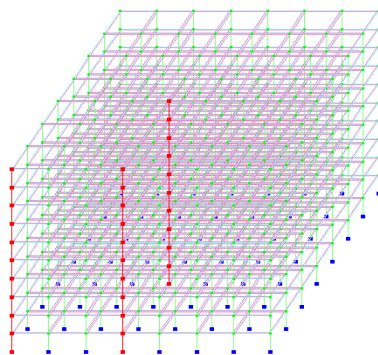
В развитии работы Расторгуева В.С., Муток К.Н. подробно исследовал одноэтажные модели на основе предположения одинаковой работы ригелей всех этажей многоэтажного каркаса. Он выполнил динамический нелинейный расчет одноэтажной рамы и пришел к выводу, что коэффициент динамичности по нагрузке при достижении в раме максимальных пластических деформаций равен 1,1. А коэффициент динамичности по перемещению намного больше 2 при развитии больших пластических деформаций, что и получено Hyun-Su Kim, Jinkoo Kim, Da-Woon An.

Практический расчет железобетонных конструкций по одноэтажной модели можно найти в работе Плотникова А.И. и Расторгуева Б.С. Коэффициент динамичности по нагрузке по формуле:

$$K_{dv} = K_{pl} / (K_{pl} - 0.5)$$

где K_{pl} — коэффициент пластичности, равный отношению полного прогиба ригеля к предельному упругому. Эта формула дает практически постоянное значение коэффициента динамичности по нагрузке для здания любой этажностью. Аналогичное значение коэффициента динамичности по нагрузке было получено Meng-Nao Tsai и Bing-Hui Lin, Ruth P., Marchand K.A., Williamson E.B.

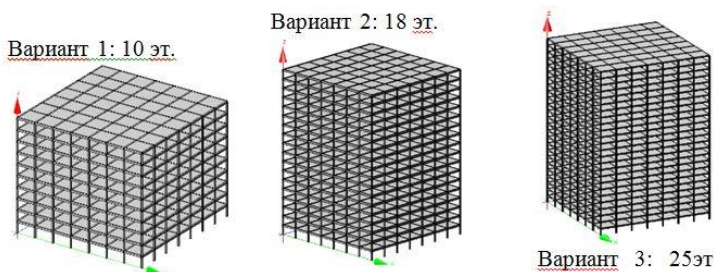
Исследование проводилось в программном комплексе Лира. В расчете использовался метод конечных элементов [7], [8]. В исследовании сравнивались результаты перемещений вдоль оси z расчетов зданий с разным количеством этажей в ПК Лира.



ти, 18-ти и 25-ти этажных зданий. В расчетах удалялись колонны в центре, в торце и в углу здания первого этажа.

Схематично показано расположение пролетов в которых удалась колонна на 1 этаже.

Для наглядности
приведены данные для 10-



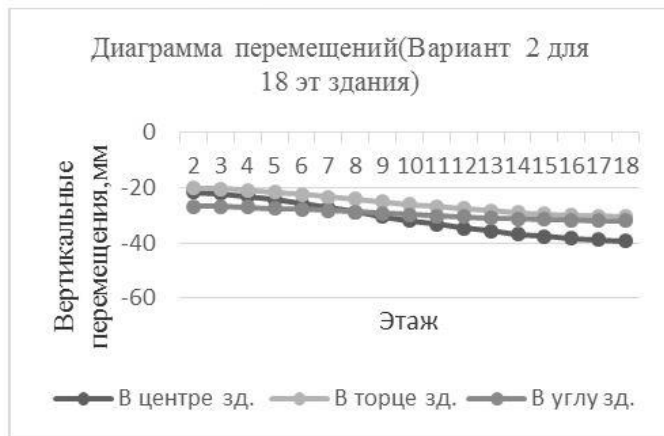
На схемах видно, что размеры зданий одинаковы, и отличаются они только количеством этажей. Сечения колонны взяты размерами 40мм*40мм, ригелей – 40мм*60мм. Перекрытие высотой 220мм. Марка бетона М400, класс арматуры А500. И получили следующие зависимости перемещения узлов здания от этажей.

Вариант 1: для 10эт. Здания



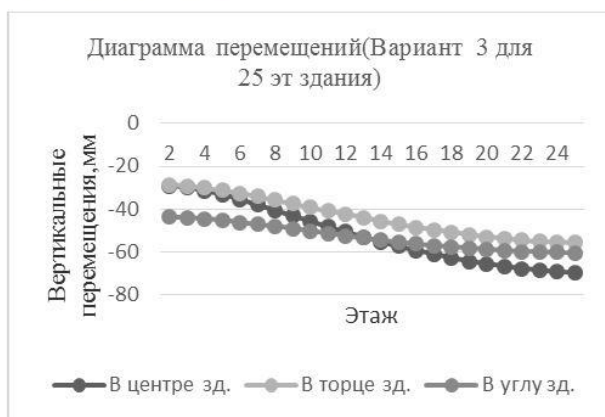
Результаты наглядно показывают, что диаграмма перемещений узлов в торце здания принимает значительно меньшие величины, чем 2 других варианта. Максимальные узловые перемещения в пролете в центре здания $z_{\min, \text{центр}} = 12,198\text{мм}$ $z_{\max, \text{центр}} = 15,845\text{мм}$, в углу зд. $z_{\min, \text{углов}} = 12,740\text{мм}$ $z_{\max, \text{углов}} = 13,342\text{мм}$, и в торце $z_{\min, \text{торец}} = 5,737\text{мм}$ $z_{\max, \text{торец}} = 6,412\text{мм}$

Вариант 2: для 18 эт. здания



Минимальные и максимальные узловые перемещения в пролете в центре здания $z_{\min, \text{центр}} = 21,459 \text{ мм}$, $z_{\max, \text{центр}} = 39,238 \text{ мм}$; в углу зд. $z_{\min, \text{углов}} = 26,590 \text{ мм}$, $z_{\max, \text{углов}} = 31,870 \text{ мм}$; и в торце $z_{\min, \text{торец}} = 19,971 \text{ мм}$, $z_{\max, \text{торец}} = 30,432 \text{ мм}$.

Вариант 3: для 25 эт. здания



Минимальные и максимальные узловые перемещения в пролете в центре здания $z_{\min, \text{центр}} = 28,957 \text{ мм}$, $z_{\max, \text{центр}} = 69,442 \text{ мм}$; в углу зд. $z_{\min, \text{углов}} = 43,666 \text{ мм}$, $z_{\max, \text{углов}} = 60,218 \text{ мм}$ и в торце $z_{\min, \text{торец}} = 28,607 \text{ мм}$, $z_{\max, \text{торец}} = 55,549 \text{ мм}$.

Таким образом можно выявить:

1) Этажность здания влияет на зависимость перемещения от этажа: чем выше этаж, тем больше перемещения узла над удаленной колонной

2) Максимальные значения по перемещениям возникают при удалении колонн в 25-ти этажном каркасе

3) Место удаления колонны (в центре, в торце или в углу здания) влияет на зависимость перемещения от этажа: чем выше этаж, тем больше перемещения узла над удаленной колонной

4) Сравнивая абсолютные значения перемещений в 10, 18, 25 этажных каркасах, можно сделать следующий вывод:

а. Максимальные перемещения узла над удаленной колонной 2-го этажа возникают при удалении колонны в углу здания, минимальные – при удалении колонны в торце здания

б. Максимальные перемещения узла последнего этажа над удаленной колонной возникают при удалении колонны в центре здания, минимальные – при удалении колонны в торце здания

Литература

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Учебное пособие в 6-ти томах. Под ред. В.А. Котляревского и А.В. Забегаева. — М.: Изд-во АСВ, с 1995 по 2003.

2. Алмазов В.О. Предотвращение прогрессирующего разрушения. М. МГСУ, ИСА 2006.

3. Бондаренко В.М., Бакиров Р.О., Назаренко ВТ., Римшин В.И. Железобетонные и каменные конструкции: Учебник. - М.: Высшая школа, 2004. - 876 с.

4. Гвоздев А.А. К расчету конструкций на действие взрывной волны. - Строительная промышленность, 1943, №1-2, с. 18-21.

5. Масленников А.М. Приложение метода конечных элементов к расчету строительных конструкций. -Л.: ЛИСИ, 1978. - 84 с

6. Расторгуев, Б. С., Мутока К. Н. Деформирование конструкций перекрытий каркасных зданий после внезапного разрушения одной колонны. Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2006/1, с.12-15

7. Сеницын А.П. Метод конечных элементов в динамике сооружений. - М.: Стройиздат, 1978. 229 с.

8. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. - М.: Госстрой России, ГУЛ ЦПП, 2003.-42 с.

9. Шапиро Г.И., Гурьев В.В., Эйсман Ю.А.. Методика расчета монолитных жилых зданий на устойчивость против прогрессирующего обрушения. - М.: МНИИТЭП, 2004. - 40 с.

Ключевые слова: прогрессирующее разрушение, рамный каркас, монолитный каркас, перемещения.

Keywords: the progressing destructions, a frame framework, a monolithic framework, movements.

Яковлева Ольга Станиславовна –ассистент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова», г.Чебоксары, - konstryktor9@yandex.ru

Yakovleva Olga Stanislavovna is the assistant to Building constructions department "The Chuvash state university of I. N. Ulyanov", Cheboksary, - konstryktor9@yandex.ru

Для цитирования:

Яковлева О.С. Исследование прогрессирующего разрушения несущей системы многоэтажного здания в виде монолитного рамного каркаса / О.С. Яковлева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 218 – 224.

Citation:

Yakovleva O.S. A research of the progressing destruction of the bearing system of the multystoried building in the form of a monolithic frame framework / O.S. Yakovleva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 218 – 224.

НАДЕЖНОСТЬ, ДОЛГОВЕЧНОСТЬ И
ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 692.44

СПОСОБ СТАТИЧЕСКОГО УКРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
ОБЛИЦОВКИ КОМПОЗИТНЫМИ СИСТЕМАМИ, СОСТОЯЩИМИ
ИЗ СЕТКИ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ВОЛОКНА И КЛЕЯЩЕГО
РАСТВОРА НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО

П. Амато¹, В.А. Бахмисов², В.А. Куклин³, В. Г. Андреев⁴, И.А.
Бахмисов⁵

P. Amato¹, V.A. Bakhmisov², V.A.Kuklin³, V.G. Andreev⁴, I.A.
Bakhmisov⁵

¹ доктор химии, дипл. инженер, Руредил С.п.А., Сан Донато, Милан,
Италия;

² ведущий инженер ООО «АРАТРИКА», г. Москва, Россия

³ гл. специалист ООО «АРТА Химикал Групп», г. Екатеринбург,
Россия

⁴ генеральный директор ООО «СК ЕвроСтрой», г. Москва, Россия

⁵ технический специалист ООО «АРАТРИКА», г. Москва, Россия

¹ Dr. Chem. Eng., Ruredil S.p.A., S. Donato Milanese (Milano), Italia;

² Senior engineer of LLC «ARATRIKA», Moscow, Russia

³ Chief specialist of LLC «ARTA Cemical Group», Ekaterinburg, Russia

⁴ General Director of LLC «SK Eurostroy», Moscow, Russia

⁵ technical specialist of LLC «ARATRIKA», Moscow, Russia

Аннотация

Приведен способ статического усиления натурального облицовочного камня подшивок применением композитной системы, состоящей из сетки из углеродного волокна и клеящего раствора на основе минерального вяжущего путем направленной укладки усиливающих элементов.

STATIC METHOD OF STRENGTHENING ELEMENT FACING
COMPOSITE SYSTEM CONSISTING OF A MESH OF CARBON
FIBER AND ADHESIVE MORTAR BASED ON MINERAL BINDERS

Abstract

Given the static method of strengthening masonry domes application of the composite system consisting of a grid of carbon fiber and adhesive based on cement by targeting laying reinforcing elements.

An amplification method of static natural facing stone Sheet using a composite system consisting of a mesh of carbon fiber and bonding solution based on mineral binders directed by laying reinforcing elements.

В предыдущих публикациях [1], [2] авторы приводили данные об успешном применении высокопрочных неметаллических армирующих сеток на минеральном вяжущем для ремонта и усиления бетонных и каменных конструкций (или FRCM – Fiber Reinforced Cementitious Matrix). Настоящее сообщение касается нового способа укрепления натурального камня облицовок, монтируемых в горизонтальном положении с нижней стороны конструкций (подшивок), с использованием композитов из сеток и цементирующих строительных растворов. Работа проведена на базе ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко/ НИЦ «Строительство» с целью определения параметров материалов и применимости системы усиления Ruredil X Mech C10/M25, производимого компанией RUREDIL S.p.A (Италия), в качестве усиления, предохраняющего камень подшивок балконов и эркеров, козырьков на объекте: г. Москва, Кооперативная ул., вл.16-19, от обрушения (падения камня) вследствие разрушения (раскалывания) подшивочного камня.

1. Исходные данные.

Предполагается, что натуральный камень облицовки, закрепленный по его краям (на резьбовых консолях со штифтом марки HALFEN HS-1,6-2-A4 - скрытое крепление на за торцы) смонтирован и будет эксплуатироваться с нижней стороны конструкций фасада (к примеру, балконов, эркеров, крытых террас).

При случайном повреждении элементов подшивки, особенно крупноразмерных, в том числе в результате пожара, обломки камня могут быть крупными и тяжелыми, будут падать вниз и могут быть опасны для людей и техники.

При таком допущении, усиление плоских элементов из камня (облицовочных плит) композитными фибровыми материалами может быть признано эффективным для предотвращения разъединения и падения обломков камня при его разрушении.

Предпосылки к выбору видов испытаний:

- Выбор видов испытаний определен исходя из задачи предохранения от обрушения (падения) камня в случае разрушения.

- Установлено, что натуральный камень имеет локальные невидимые визуально внутренние дефекты, таких как слоистость, наличие внутренних трещин по слоям залегания и границам агломератов (см. рис 1а и 1б).

- Облицовочный камень должен удерживаться от обрушения в месте крепления в случае разрушения закрепленного на подсистеме камня в результате непреднамеренных воздействий или естественного

разрушения до момента возможности визуального обнаружения и замены.

- Усиление камня должно производиться с тыльной стороны, в растянутой зоне.
- Система усиления должна быть непожароопасной (K0).



а)



б)

Рис. 1. а) и б). Естественные дефекты камня выражены слоистостью, наличием трещин, в том числе сквозных, в теле камня (желтые цвета), являющихся местами ослаблений.

Действия по усилению, которые истекают из вышеприведённых рассуждений, проведены с применением сетки Руредил X Меш C10 и раствора M25, которая специально была разработана для работы с каменными материалами.

Проектное усиление состоит из углеродистых полотен, которые уложены в поперечном направлении и ориентированы на места установки креплений камня.

Назначенные испытания:

- экспериментальное определение адгезии к натуральному камню системы усиления Ruredil X Mech C10/ M25;
- экспериментальное определение величины нагрузок и характера разрушения плиты из натурального камня при предполагаемых условиях работы: **в горизонтальном подвешенном положении**, закрепленным с применением резьбовых консолей со штифтом марки HALFEN HS-1,6-2-A4 с пластиковыми втулками, лицевой стороной вниз, с усилением системой Ruredil X Mech Gold/ M25 с тыльной (обращенной к потолку) стороны плиты.

В испытаниях в качестве базовых приняты материалы:

В качестве образца материала облицовки принят натуральный камень «Vratza» (Болгария) толщиной 30мм, применяемый для подшивок балконов и эркеров на объекте: г. Москва, Кооперативная ул., вл.16-19.

В качестве базовой системы усиления принята система Ruredil X Mech C10/M25, производства компании RUREDIL S.p.A. (Италия), состоящей из углеродной сетки Ruredil X Mech C10 и готовой сухой смеси Ruredil X Mech M25.

В силу отсутствия прямых методик для оценки такого типа армирования, тем более в сжатой зоне, были предприняты следующие шаги для определения характера работы камня, с нанесенной сеткой.

1. Описание опытных образцов.

Для определения прочностных характеристик анкерных креплений, установленных в натуральный камень (известняк), при действии на анкеры продольных относительно оси анкера усилий были проведены лабораторные исследования прочности анкеров на вырыв (срез) из натурального камня.

Анкера, использованные при испытаниях и предназначенные в качестве креплений на объекте, состоят из следующих элементов:

- резьбовая консоль со штифтом для скрытого крепления натурального камня HALFEN HS-1,6-2-A4 (рис.2) в сборе, состоящая из:

- несущий элемент - резьбовая консоль M8, длиной 46мм с поперечным отверстием Ø5.1мм из нержавеющей стали A4;
- опорный элемент штифт - Ø 5мм и с заглублением 30мм из нержавеющей стали A4, с полимерными втулками длиной 40мм.



Рис. 2. Общий вид резьбовой консоли со штифтом для скрытого крепления натурального камня HALFEN HS-1,6-2-A4.

Методика испытаний плит нагружением.

Для целей испытания плит, усиленных и не усиленных системой Ruredil X Mech C10/M25 применялись схемы нагружения 1 и 2:

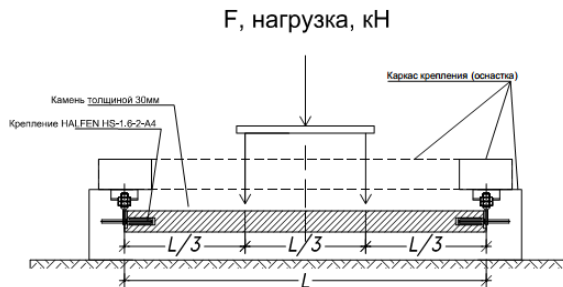


Рис. 3. Схема нагружения 1

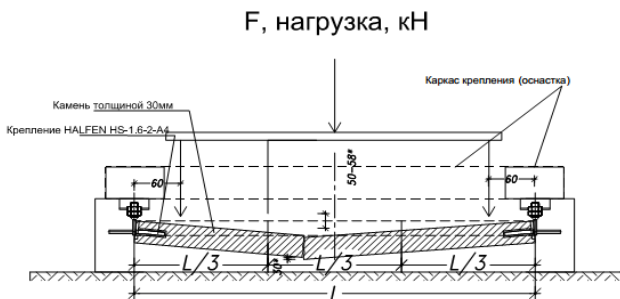


Рис. 4. Схема нагружения 2 (схема «догружения» расколотых плит - в дальнейшем – «схема догружения»).

В случае нагружения неусиленных плит по схеме 1 выявлена следующая зависимость по параметрам «нагружение-деформации» (Рис 5):



Рис. 5. График зависимости «нагрузка – перемещение» при разрушении не усиленной плиты при схеме нагружения 1

При этом наблюдались разные схемы разлома (Рис.6).

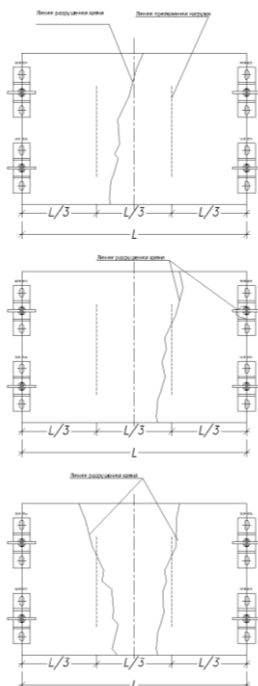


Рис.6. Наиболее частые линии разрушения неусиленного камня при нагружении по схеме 1.

Трещины, образующиеся при разрушении, не имели конкретного направления. Встречалось как поперечное, так и диагональное растрескивание, несмотря на естественную слоистость, что объясняется неравномерной прочностью натурального камня, наличием естественных трещин, в том числе сквозных (см также рис.1). После подобного растрескивания камень делится на фрагменты (обломки).

Были подготовлены несколько экземпляров плит, усиленных системой Ruredil X Mech C10/M25, со следующими схемами наложения сеток (Рис. 7 а) и б)):

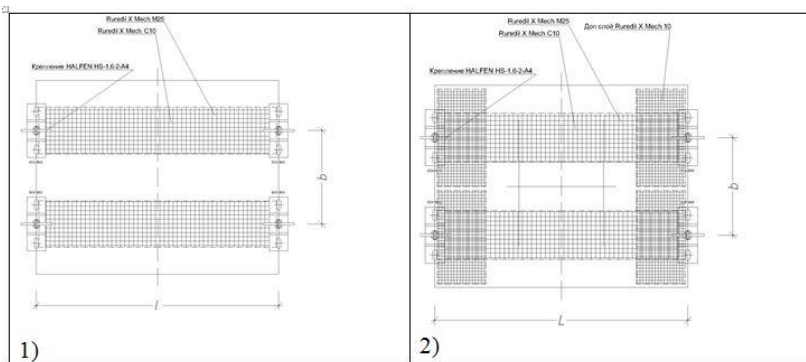


Рис.7. Схемы усиления камня 1 и 2. 1) Наклеены полосы Ruredil X Mech C10 шириной 100 мм оппозитно к точкам крепления с помощью раствора Ruredil X Mech M25. 2) Наклеены полосы Ruredil X Mech C10 шириной 100 мм с помощью раствора Ruredil X Mech M25 с привязкой к точкам крепления. Концы основных полос усилены поперечно накладываемыми полосами Ruredil X Mech C10 шириной 50мм около концов основных полотен.

Ниже приведены последовательно испытаниям характерные фотографии поведения образцов и характерные графики зависимости испытаний.



Рис. 8. Общий вид испытательной установки при нагружении плит.



Рис. 9. Вид усиленной по схеме 1 плиты после разрушения по схеме нагружения 1. Общий прогиб плиты составляет 20мм. Наблюдается начало отрыва одной полосы усиления в зоне разлома плиты (трещина длиной 19мм, наибольшее раскрытие 2мм).



Рис. 10. То же, что и рис.9, вид снизу. Вид усиленной плиты после разрушения по схеме нагружения 1. Общий прогиб плиты составляет 20мм. Смещение краев фрагментов плиты – 1-3мм.



Рис.11. После снятия нагружения по схеме 1 плиты способны нести свой вес, при движениях устойчиво сохраняют свое положение. Наблюдается упругость системы усиления Ruredil X Mech C10/M25.

При стабильной повторяемости результатов характерный вид графика нагружения плиты при схеме нагружения 1 выглядит следующим образом (Рис.12):

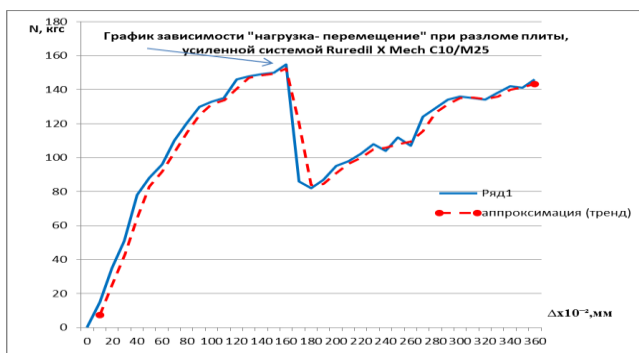


Рис.12. График зависимости "нагрузка- перемещение" для плиты, усиленных системой Ruredil X Mech C10/M25 при схеме нагружения 1. Момент разлома указан стрелкой.

Анализ результатов лабораторных испытаний позволил создать общую картину поведения системы «Камень-армирование-крепления», которая имеет характерную кривую «нагрузка-перемещение» (рис.13),

которая при существенно изменчивых величинах разрушающих нагрузок для разных плит, имеет четко выявляемые области:

При нагружении по схеме 1 наблюдается:

Нарастание нагрузки при незначительном смещении плиты – при котором устраняются неплотности креплений, незначительно подгибаются штифты. Величины деформаций на этой стадии достигают от 0,5 до 1,2-1,5мм;

Достижение пикового значения несущей способности плиты – при котором достигается разрушающая нагрузка, плита разрушается. Величины деформаций на этой стадии достигают до 1,5мм;

Разрыв плиты - характеризуется резким падением нагрузки. На этой стадии плита разрушается, повисает на штифтах и системе усиления. Величины изгиба плиты в месте разлома на этой стадии составляют от 15 до 25мм; Расслоение сетки усиления часто не обнаруживается. Выявляется появление трещины в растворе до сетки со стороны плиты.

Нарастание нагрузки – на этой стадии включается в работу система усиления и сопротивление изгибу штифтов.

При догружении по схеме 2 наблюдается:

Нарастание нагрузки при незначительной деформации в зоне мест крепления плиты (штифтов).

Разрушение камня над отверстиями штифтов – характеризуется скачком падения нагрузки.

Нарастание нагрузки при заметно увеличивающейся деформации в зоне мест крепления плиты (штифтов). Начинает натягиваться сетка усиления над местом разрушения в зоне штифтов. Последовательно начинает отслаиваться система усиления по границе раствор – сетка (когезионно).

Падение нагрузки – на этом этапе происходит обрушение всей плиты.

Не перегружая настоящую статью точными экспериментальными данными, которые для другого камня будут иметь другие величины, можно выявить два положительных эффекта:

1. Плита подшивки из камня после разрушения за счет сетки удерживается на месте, не рассыпается.

2. Несущая способность элементов крепления, после разрушения камня удерживаемых сетками за счет сил адгезии, оказывается достаточной для удержания фрагментов, и, в целом, всей плиты.



Рис.13. Кривая, характеризующая поведение системы «Камень - усиление - крепление» по параметрам "нагрузка- перемещение" при наложении всех этапов нагружения по схемам 1 и 2 и длительном нагружении до обрушения мест крепления резьбовых консолей со штифтом марки HALFEN HS- 1,6-2-A4. Момент разлома плиты выявляется на левом пике. Момент обрыва камня в местах крепления штифтами – на правом пике, после достижения смещения плиты вниз от места закрепления более 25мм.

Тем не менее, авторы отмечают, что при проектировании усиления плит подшивок путем армирования сетками, нужна обстоятельная первоначальная проработка исходных данных, учитывая как характер работы конструкции, так и большой разброс свойств плит из натурального камня.

Вне зависимости от результатов лабораторных испытаний, исходя из условий применения системы усиления Ruredil X Mech C10/M25 (или Ruredil X Mech Gold/M750), в рассматриваемом случае в сжатой зоне, расчетное усилие несущей способности системы Ruredil X Mech при расчетах несущей способности камня использовать не допускается. Использование указанной системы в схожих условиях допускается только как дополнительная противоаварийная мера.

С учетом проведенных исследований, система Ruredil X Mech C10/M25 рекомендована к применению в качестве системы усиления камня, дополнительно предохраняющей плиты от падения в случае разрушения, при навеске подшивочных плит из натурального камня. «Vratza» на объекте: г. Москва, Кооперативная ул., вл.16-19 (Рис. 14).

Были разработаны проекты усиления каждого типа камня в зависимости от его размера и условий работы.



Рис. 14. Камни подшивок на балконах имеют размеры 1200х800мм и закрепляются на штифтах вдоль их швов.

Подходы, описанные в настоящей статье, рассматриваются как общий предварительный план и должны быть скорректированы с данными о нагрузках и геометрии камней, условиями работы конструкций. Эти данные должны быть тщательно проверены проектировщиками до проведения усиления, должен быть составлен план проведения работ, разработаны схемы и технология нанесения сетки конкретно для каждого типа камня.

Литература

1. Амато П. Композиционная система для усиления бетонных и железобетонных конструкций, состоящая из сетки из высокопрочного PBO волокна и клеящего раствора на основе цемента / Pellegrino Amato, В.А. Бахмисов, В.А. Куклин, Э.Н. Яковлев. Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VII Всероссийской, (I Международной) конференции НАСКР-2012. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары, 2012, - С.173-181.

2. Амато П. Способ статического укрепления куполов композитными системами, состоящими из сетки из углеродного волокна и клеящего раствора на основе минерального вяжущего / Pellegrino Amato, В.А. Бахмисов, В.А. Куклин, Э.Н. Яковлев. Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской, (I I Международной) конференции НАСКР-2012. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары, 2014,- С.270-275.

3. Стандарт организации. Крепления Анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натуральных испытаний. СТО 44416204-010-2010. ФАУ ФЦС., М., 2011.

Ключевые слова: армирование натурального камня, высокопрочные сетки для армирования, руредил икс меш, усиление конструкций сетками, армирующие сетки на цементной матрице.

Keywords: FRCM, Fiber Reinforced Cementitious Matrix, Ruredil X Mesh Gold, PBO mesh, reinforcement of structures high-strength mesh.

Amato Pellegrino, Dr. Chem. Eng., Ruredil S.p.A., Via B. Buozzi, 1; I-20097 San Donato Milanese – Milan (ITALY); E-mail: info@ruredil.it, www.ruredil.it

Бахмисов Владимир Андреевич, ведущий инженер ООО «АРАТРИКА». Россия, г.Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. +79067170258, E-mail:aratrika@yandex.ru.

Куклин Владислав Анатольевич, гл. специалист ООО «АРТА Химикал Групп». Россия, 620024 г.Екатеринбург, ул. Елизаветинское шоссе 28.

Тел: +7 /343/ 217-27-53, факс: +7 /343/ 255-35-81

E-mail: betonprofit@rambler.ru, www.betonprofit.ru

Андреев Владимир Гурьевич, генеральный директор ООО «СК ЕвроСтрой», Россия, 109542, г.Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. E-mail: sk-evrost@yandex.ru, www.skevrostroy.ru.

Бахмисов Иван Андреевич, технический специалист ООО «АРАТРИКА». Россия, г.Москва, Рязанский пр. д.86/1, стр.1. +79067170258, E-mail:aratrika@yandex.ru.

P. Amato Dr. Chem. Eng., Ruredil S.p.A., S. Donato Milanese (Milano), Italia;

V.A. Bakhmisov Senior engineer of LLC «ARATRIKA», Moscow, Russia

V.A.Kuklin Chief specialist of LLC «ARTA Cemical Group»,
Ekaterinburg, Russia
V.G. Andreev General Director of LLC «SK Eurostroy», Moscow, Russia
I.A. Bakhmisov Technical specialist of LLC «ARATRIKA», Moscow,
Russia

Для цитирования:

Амато П. Способ статического укрепления элементов облицовки композитными системами, состоящими из сетки из высокопрочного волокна и клеящего раствора на основе минерального вяжущего / П. Амато, В.А. Бахмисов, В.А. Куклин, В.Г. Андреев, И.А. Бахмисов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР-2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 226 – 239.

Citation:

Amato P. Static method of strengthening element facing composite system consisting of a mesh of carbon fiber and adhesive mortar based on mineral binders / P. Amato, V.A. Bakhmisov, V.A.Kuklin, V.G. Andreev, I.A. Bakhmisov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 226 – 239.

УДК 69.059.2

ПОВРЕЖДЕНИЯ СТЕН ЗДАНИЙ СТАРОЙ ПОСТРОЙКИ.

Д.Р. Баянова, В.В. Павлов

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)», г. Казань, Республика Татарстан, Россия.

Аннотация

В статье рассматриваются наиболее распространенные дефекты и повреждения стен деревянных и каменных зданий старой постройки (XVIII – начало XX вв.). Приводятся причины их возникновения

WALL DAMAGE OLDER BUILDINGS

Abstract

In article the most widespread defects and damages of walls of wooden and stone buildings of old construction are considered (XVIII – the beginning of the XX centuries). The reasons of their emergence are given.

Проведенный анализ конструктивных решений стен зданий старой постройки (XVIII – начало XX вв.), расположенных в г. Казани, позволил определить их наиболее часто встречающиеся конструктивные решения: деревянные (из бревна, бруса, деревянных каркасов); кирпичные, состоящие из полнотелого глиняного кирпича (более старого периода постройки), а также керамического кирпича; каменные (из булыжных камней, известняков и др.).

Проведенные осмотры этих зданий позволили также выявить наиболее характерные дефекты и повреждения их стен: в каменных зданиях - расслоение рядов кладки, трещины в кирпиче и кладке, выветривание и вымывание раствора из швов кладки, отклонение стен от вертикали, крены зданий, выпучивание и просадка отдельных участков стен, разрушение наружных слоев стеновых материалов, выпадение отдельных кирпичей, отслоение и разрушение выступающих частей стен, пробитые и незаделанные отверстия и борозды, замачивание и промерзание конструкций, высолы из раствора и стенового материала и т.п.; в деревянных зданиях - загнивание древесины и поражение ее жуками-точильщиками, промерзание, высокая воздухопроницаемость пазов брусчатых стен, выпучивание стен, просадка углов, разрушение или повреждение штукатурки, обшивки и отделки углов и мест сопряжения внутренних стен с наружными, осадка засыпки в каркасных стенах, малый уклон и

неплотное прилегание к стенам сливных досок, потеря водозащитных свойств рулонной гидроизоляции по цоколю.

Основными причинами, приводящими к этим повреждениям, согласно [1, 2], могут быть:

в каменных зданиях основной причиной как правило являются деформации оснований и фундаментов, а также нарушение гидроизоляционных покрытий;

в деревянных и каркасных зданиях, причинами являются:

- отсутствие или неправильное устройство сливных досок;

- отсутствие гидроизоляционной прокладки между стеной и цоколем;

- обкладывание стен кирпичом без устройства гидроизоляции подполья;

- неправильной припазовки бревен по длине или в пересечениях;

- плохой конопатке швов;

- отсутствия угловых пилястр;

- осадка утеплителя, плохая тепло- и воздухоизоляция стыков, а также недостаточная плотность обшивок.

Наиболее распространенной причиной ускоренного износа стен является периодическое их увлажнение в сочетании с температурными знакопеременными колебаниями. При обнаружении на стенах увлажненных участков, плесени, моха, высолов и т.п. следует выявить причины их появления.

Также существенным фактором ускоренного износа стеновых конструкций является промерзание и выветривание материалов стен. Признаком промерзания является наличие пятен сырости, конденсата и плесени, выступающих на внутренних поверхностях стен при понижении температуры наружного воздуха. Во время сильных морозов не исключено выступание на стенах инея и образование наледей. Разрушение кладки стен выветриванием возникает в зданиях, характер производственных процессов в которых сопряжен с большой влажностью воздуха внутри помещения и в стенах, выполненных из недостаточно морозостойких материалов. Разрушение наружной штукатурки и кладки стен в зданиях с повышенной влажностью воздуха внутри помещения происходит в результате накопления влаги под штукатурным слоем (конденсация влаги), а в зимний период времени - ее обледенения, что сопровождается разрушением штукатурки и кладки. Конструкция стен может также увлажняться из-за конденсации влаги на их внутренней поверхности или в их толще.

Одним из самых распространенных повреждений стен является образование трещин, в результате:

- неравномерной осадки или просадки основания фундаментов;
- температурных напряжений при большой протяженности стен;
- недостаточной несущей способности стен;
- нарушений правил эксплуатации.

В каменных стенах, факторами, способствующими образованию трещин, являются:

- низкое качество кладки (несоблюдение перевязки, толстые растворные швы, забутовка кирпичным боем);
- недостаточная прочность кирпича и раствора;
- совместное применение в кладке разнородных по прочности и деформативности каменных материалов;
- использование каменных материалов не по назначению;
- низкое качество работ в зимнее время;
- отсутствие температурно-усадочных швов;
- агрессивное воздействие внешней среды (кислотное, щелочное и солевое), попеременное замораживание и оттаивание, увлажнение и высушивание;
- неравномерная осадка фундаментов в здании.

Методы и технические решения устранения вышеперечисленных дефектов и повреждений приводятся в различных источниках, в том числе в [3].

В рамках выполняемой нами работы, предполагается разработать новые, более эффективные методы и технические решения восстановления эксплуатационных характеристик стен зданий, с разработкой новых конструктивно-технологических решений.

Литература

1. Физдель, И.А. Дефекты в конструкциях, сооружениях и методы их устранения / И.А. Физдель. – М. :Стройиздат, 1987. – 336 с.

2. <http://injzashita.com/osnovnie-defekti-sten-i-fasadov-i-prichini-ix-vozniknoveniya.html>

3. А.И. Мальганов, В.С. Плевков Восстановление и усиление ограждающих строительных конструкций зданий и сооружений. Томск, 2002. -390 с.

Ключевые слова: деревянные стены, каменные стены, дефекты, повреждения, трещины, выветривание.

Keywords: wooden walls, stone walls, defects, damages, cracks, aeration

Баянова Дияна Радиковна, магистрант гр. 6СМ04 Институт строительства КГАСУ, г. Казань, ул. Зелёная, д.1, КГАСУ, каф. ЖБиКК,

Павлов Валерий Вадимович, доцент кафедры ЖБиКК КГАСУ, к.т.н., г. Казань, ул. Зелёная, д.1, КГАСУ, newtura@mail.ru

Bayanova Diyana, undergraduate с. 6SM04 construction KGASU Institute, Kazan, st. Green, 1, KGASU, dep. ZhBiKK newtura@mail.ru

Pavlov Valeriy V., Associate Professor of Reinforced Concrete KGASU, Ph.D., Kazan, st. Green, 1, KGASU, newtura@mail.ru

Для цитирования:

Баянова Д.Р. Повреждения стен зданий старой постройки / Д.Р. Баянова, В.В. Павлов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 240 – 243.

Citation:

Bayanova D.R. Wall damage older buildings / D.R. Bayanova, V.V Pavlov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 240 – 243.

УДК 624.012

ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АНКЕРОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

С.И. Иванов

АО «НИЦ «Строительство», г. Москва, Россия.

Аннотация:

Существующие нормативные документы в области испытания анкерного крепления не позволяют получить достаточное количество данных, необходимых для расчета надежного анкерного крепления. С учетом отечественного и зарубежного опыта предложена система нормативных документов по испытанию, оценке результатов и проектированию анкерного крепления. Предложения опробованы при оценке нового продукта (анкера), в настоящее время оформляются в виде нормативных документов.

DETERMINATION OF CARRYING CAPACITY OF ANCHOR ON THE RESULTS OF NAVIGATION TESTS

Abstract:

The existing regulations in the area of the anchorage tests do not provide a sufficient amount of data needed to calculate a reliable anchoring. Taking into account domestic and foreign experience, a system of regulations on testing, evaluation of results and design of the anchorage. Proposals have been tested in the evaluation of a new product (Anchor), now issued in the form of normative documents.

В настоящее время в области испытаний анкерного крепления действует стандарт организации [3]. Как записано в стандарте, документ «предназначен для определения несущей способности анкеров различных типов по результатам натурных испытаний анкерных креплений элементов несущих конструкций навесных фасадных систем к строительным основаниям из бетона и каменной кладки... при действии вытягивающего усилия N».

Наличие стандарта позволило внести методическое единообразие в методику проведения и оценку результатов испытаний. Стандарт позволяет проводить испытаний с использованием обычной измерительной аппаратуры в «полевых условиях».

Однако большинство анкерных креплений работает в условиях, гораздо более сложных, чем крепления фасадных систем. При их

проектировании возникают дополнительные вопросы, основные из которых:

- учет различного материала и различной прочности основания, в которое установлены анкера;
- учет напряженного состояния основания и возможность образования и раскрытия трещин в процессе эксплуатации конструкции (силовые трещины, трещины вследствие коррозии арматуры и др.);
- учет установки анкеров вблизи от края или угла бетонного основания и в основании малой толщины;
- учет возможных нарушений условий монтажа (отступление от диаметра сверла, недостаточный или увеличенный момент затяжки, некачественная очистка отверстий и др.).

Для решения перечисленных вопросов и разработки универсальной методики оценки любого (не только фасадного) анкерного крепления в лаборатории железобетонных конструкций и контроля качества НИИЖБ им А.А. Гвоздева:

- разработан нормативный документ [1], регламентирующий методику проведения испытаний, и утвержден для добровольного применения с 1 июня 2016 года;
- разработан нормативный документ [2], регламентирующий правила проектирования анкерных креплений;
- разрабатывается нормативный документ, регламентирующий выбор программы испытаний, количество испытаний, методику обработки результатов испытаний.

Разработка выполняется с учетом отечественного и зарубежного [4] опыта. Основные особенности разрабатываемого документа по обработке результатов испытаний:

- все испытания предлагается разделить на две группы:
 - 1) испытания для определения механических характеристик анкеров, необходимых для расчета анкерного крепления (прочность при действии осевых N , поперечных V сил, краевые и критические расстояния);
 - 2) испытания для проверки восприимчивости анкеров к условиям монтажа, предназначены для оценки и корректировки механических характеристик при нарушении требований по монтажу или отступлении от требований предприятия – изготовителя. Если результаты испытаний 2-й группы будут соответствовать требованиям табл. 2, то данные полученные в 1-й группе испытаний остаются без изменений. В противном

случае они должны быть скорректированы с помощью учета рассчитываемых коэффициентов условий работы.

- Схему испытаний выбирает заказчик (см. табл. 3) по согласованию с лабораторией, выполняющей испытания и экспертом, выполняющим оценку.
- По результатам оценки выдается техническое свидетельство на проверяемый анкер. Техническое свидетельство не распространяется на не испытанные анкера (промежуточные диаметры, эффективные глубины установки и др.) и на не использованные в испытаниях условия установки. То есть чем меньше программа испытаний, тем меньше область применения анкера, отраженная в техническом свидетельстве.

Для иллюстрации в табл. 4 приведено количество испытаний по минимальной программе (Схема испытаний 8) для анкеров с контролем момента затяжки и анкеров с контролем перемещения. Там же приведено минимальное количество анкеров, подлежащих испытаниям согласно [3].

Из таблицы следует, что требуемое количество испытаний анкеров увеличивается в 2,5 - 4 раза. Возникает вопрос о том, насколько обоснованным является такое увеличение количества испытаний.

Таблица 1. Серии испытаний для определения механических характеристик

№ серии	Проверяемый показатель (характеристика)	Бетон	$a_{ст}, \text{ мм}$	Расстояния установки	Примечание
1.1	Определение нормативного сопротивления растяжению в бетоне без трещин (без влияния края)	B15	-	$s > s_{cr, N} \geq 3h_{ef}$ $c > c_{cr, N} \geq 1,5h_{ef}$	Одиночный анкер
1.2		B25	-		
1.3		B60	-		
1.4	Определение нормативного сопротивления растяжению в бетоне с трещинами (без влияния края)	B15	0,4		
1.5		B25	0,4		
1.6		B60	0,4		
1.7	Определение нормативного сопротивления сдвигу без влияния края	B15	-	$c > c_{cr, N}$	Одиночный анкер
1.8	Раскалывание основания. Определение критического расстояния $c_{cr, sp}$	B15	-	$s > s_{cr, sp}$ $c_1 = c_2 = c_{cr, sp}$	Одиночный анкер в углу
1.9	Определение минимальных краевые и межосевые расстояния	B15	-	$s = s_{min}$ $c = c_{min}$	Группа из 2х анкеров у края

Таблица 2. Серии испытаний для проверки восприимчивости анкеров к условиям монтажа и использования в бетоне с трещинами.

№ серии	Проверяемый показатель (характеристика)	Бетон	Ширина трещин, мм	сверло*	Момент затяжки T/T _{inst}	Допустимое отношение
2.0	Определение глубины установки при стандартном и установочном расширении	B60	-	d _{cut,m}	-	-
2.1	Работа анкера установленного с нарушением условий монтажа	B25	0,4	d _{cut,m}	0,5	$\frac{N_{2.1}}{N_{1.1}} \geq 0.95$
2.2	Работа анкера в бетоне низкой прочности	B15	0,5	d _{cut,max}	1/0,5	$\frac{N_{2.2}}{N_{1.1}} \geq 0.85$
2.3	Работа анкера в бетоне высокой прочности	B60	0,5	d _{cut,min}	1/0,5	$\frac{N_{2.3}}{N_{1.1}} \geq 0.85$
2.4	Работа анкера при повторяющейся нагрузке	B15	-	d _{cut,m}	1/0,5	$\frac{N_{2.4}}{N_{1.1}} \geq 1.0$
2.5	Работа анкера при превышении момента установки	B60	-	d _{cut,m}	1,3	$N_{2.5} < R_y A$
2.6	Увеличение перемещения клина в результате перебивки	B25	-	d _{cut,m}	1/0,5	$\frac{N_{2.6}}{N_{1.1}} \geq 0.8$

Примечание: * - по прил Б ГОСТ 56731;

**N_{2.2} - в индексе приведен номер серии по столбцу 1 табл. 1 и табл. 2.

Таблица 3. Программа испытаний.

Схема испытания	B15	B25	B60	Вид основания		Примечание
				с трещинами	без трещин	
1	X	X	X	X	X	Основная Схемы испытаний получены сокращением объема испытаний «Схемы 1»
2		X	X	X	X	
3	X	X		X	X	
4		X		X	X	
5	X	X	X		X	
6		X	X		X	
7	X	X			X	
8		X			X	

По результатам проведенных испытаний установлено, что влияние нарушения требований по установке анкеров (табл. 2) оказывается существенным. Однако точный учет нарушения требований позволяет избежать излишних запасов по прочности, принимаемых согласно [3].

Таблица 4. Количество испытываемых анкеров в сериях по табл. 1 и 2.

№ серии по табл. 1 и 2	диаметр резьбы анкера									
	анкеры с контролем момента затяжки					анкеры с контролем перемещения				
	M8	M10	M12	M16	M20	M8	M10	M12	M16	M20
1.2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1.7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2.0	-	-	-	-	-	5	5	5	5	5
	-	-	-	-	-	5	5	5	5	5
2.1	5	-	5	-	5	5	-	5	-	5
2.2	5	-	5	-	5	5	-	5	-	5
2.3	5	-	5	-	5	5	-	5	-	5
2.4	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-
2.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2.7	-	-	-	-	-	5	5	5	5	5
итого	123					198				
требуемое по [3]	50					50				

Например, нормативная прочность по результатам испытаний 10 анкеров составила 23,8 кН. При обработке результатов согласно [3] расчетная прочность составила бы $23,8/(1,1*3)=7,2$ кН. При проведении дополнительных испытаний и обработке согласно разрабатываемого документа, нормативная прочность составила 17,6 кН, расчетная 9,8 кН.

Выводы по работе

1. Разработаны предложения по расчету, программе, количеству, методике проведения и обработке результатов лабораторных испытаний анкерного крепления.
2. Предложения оформлены в виде нормативных документов.
3. Результаты испытаний позволяют исключить необоснованные запасы по прочности и повысить надежность нормативных значений прочности.

Литература

1. ГОСТ Р 56731-2015 Анкеры механические для крепления в бетоне. Методы испытаний.
2. СТО 36554501-048-2016 “Анкерные крепления к бетону. Правила проектирования.”. НИИЖБ им. А.А. Гвоздева - ОАО “НИЦ “Строительство”.
3. СТО 44416204-09-2010 Крепления анкерные. Метод определения несущей способности анкеров по результатам натурных испытаний.
4. ETAG 001 Guideline for European technical approval of metal anchors for use in concrete.

Ключевые слова: механические анкера, анкерное крепление в основании из тяжелого бетона, система нормативных документов в области анкерного крепления, лабораторные испытания анкерного крепления, программа испытаний, оценка результатов испытаний.

Keywords: mechanical anchors, anchoring at the base of heavy concrete, the system of normative documents in the field of anchoring, anchoring laboratory tests, the test program, the evaluation of the test results.

Иванов Сергей Ильич, старший научный сотрудник лаборатории железобетонных конструкций и контроля качества НИИЖБ им А.А. Гвоздева, по совместительству доцент кафедры строительных конструкций ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», 5378018@mail.ru

Ivanov Sergei Ilyich, Senior Researcher, Laboratory of reinforced concrete structures and quality control NIIZhB their AA Gvozdeva, part-time assistant professor of building structures FGBOU IN "Chuvash State University named after IN Ulyanov " 5378018@mail.ru

Для цитирования:

Иванов С.И. Определения несущей способности анкеров по результатам натурных испытаний / С.И. Иванов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 244 – 249.

Citation:

Ivanov S.I. Determination of carrying capacity of anchor on the results of navigation tests / S.I. Ivanov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 244 – 249.

УДК 694.14

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ АГРЕССИВНОСТИ СРЕДЫ
ЭКСПЛУАТАЦИИ НА РАБОТУ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С
УЗЛОВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
ЗУБЧАТЫХ ПЛАСТИНАХ

В.Г. Котлов, М.А. Иванова

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический
университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация.

В статье рассматриваются соединения элементов деревянных конструкций в процессе эксплуатации. Проанализировано влияние степени агрессивности окружающей среды на состояние соединений деревянных конструкций на металлических зубчатых пластинах.

THE INFLUENCE OF THE DEGREE OF AGGRESSIVENESS OF
THE ENVIRONMENT ON WOOD STRUCTURES WITH NODAL
CONNECTIONS MADE WITH METAL CLAMPING PLATES

Abstract.

The paper studies the connections of elements of wood structures in the process of exploitation. The effect of the degree of aggressiveness of environment on the condition of connections of wood structures made with metal clamping plates was analyzed.

Древесина является одним из немногих материалов, активно применяемых в области строительства зданий и сооружений различной формы и назначения на протяжении многих лет. Началось все с возведения небольших шалашей, как места защиты от непогоды [1]. Затем древесину стали применять при создании церквей, храмов и крепостей. Со временем стали строить дома, мосты, здания общественного назначения. Накопленный к настоящему времени опыт применения древесины в строительстве позволяет использовать ее при возведении большепролетных сооружений и зданий сложной конфигурации. Одной из главных особенностей современной деревянной архитектуры являются открытые конструкции, которые служат основой здания, но при этом обладают выразительностью и масштабностью [2].

При строительстве большепролетных сооружений из цельной древесины необходимо применять деревянные элементы составного сечения вследствие ограниченности размеров дерева. В зависимости от

способа передачи усилий соединения подразделяются на соединения на механических связях, соединения на клеях и соединения, в которых усилия передаются непосредственно упором контактных поверхностей [3]. К соединениям на механических связях относятся соединения на металлических зубчатых пластинах. Пластины имеют на своей поверхности выштампованные зубья, отогнутые относительно пластины под прямым углом. Отличаются между собой пластины формой зубьев и их расположением на пластине [4, 5]. Данные крепежные изделия запрессовываются в соединяемые деревянные элементы с обеих сторон стыка и передают усилия от одного элемента к другому [6]. Материалом для изготовления пластин служит листовая углеродистая сталь толщиной 1-2 мм. При соединении двух деревянных элементов с помощью МЗП необходимо обеспечить прочность соединения. Расчет производят на усилия, которые могут возникнуть в период эксплуатации здания от постоянных и временных нагрузок, а также возникающих при транспортировке и монтаже.

Несущая способность соединений на металлических зубчатых пластинах зависит как от характеристик древесины и материала пластин (металла), так и от физики среды, в которой они будут находиться. По степени воздействия различают неагрессивные, слабоагрессивные, среднеагрессивные, сильноагрессивные среды. Для определения степени агрессивного воздействия необходимо знать породу древесины и условия, в которых она будет эксплуатироваться. Лучше использовать древесину хвойных пород, поскольку она более стойка к действию агрессивных жидких и газообразных сред, чем древесина лиственных пород. Наиболее отрицательными для древесины хвойных пород являются среды с $\text{pH} < 0,5$, для лиственных пород – с $\text{pH} < 2$ [7]. Второй, наиболее значимый, фактор – это температурно-влажностные условия эксплуатации. Например, внутри отапливаемых помещений с сухим и нормальным режимом эксплуатации образуется неагрессивная среда, не оказывающая особого воздействия ни на соединения деревянных элементов, ни на саму древесину. Однако даже в этом случае выполнение конструктивных мер защиты, направленных на предохранение древесины от увлажнения, обязательно [8].

В некоторых случаях необходима обработка древесины различными химическими составами для осуществления ее биозащиты от повреждения дереворазрушающими грибами и насекомыми. Наибольшее распространение получили водорастворимые пропиточные составы, но при соприкосновении с водой они превращаются в растворы, которые могут вызвать коррозию

металлических пластин и привести в негодность строительную конструкцию, поэтому актуальным остается вопрос поиска эффективного и безопасного материала для обработки древесины.

В зданиях с химически агрессивной средой средней и сильной степени агрессивности следует применять конструкции сплошного сечения из древесины хвойных пород, для соединения которых использовано минимальное количество металлических зубчатых пластин, поскольку они разрушаются от коррозии значительно раньше, чем деревянные элементы. Для предотвращения коррозии на пластины наносят цинковое покрытие, поскольку цинк имеет более отрицательный потенциал и корродирует медленнее, чем сталь. Толщина покрытия зависит от степени агрессивности среды и предполагаемого срока службы. Обычно толщина цинкового покрытия составляет 14-17 мкм. При этом коррозионный износ цинкового покрытия через несколько лет эксплуатации можно найти по формуле:

$$\delta_y(t) = \delta_{y1} \cdot t$$

где $\delta_y(t)$ - величина коррозионного износа в момент времени t , δ_{y1} - величина коррозионного износа образца в эксплуатационной среде после одного года эксплуатации, t - время в годах.

Таким образом, степень воздействия агрессивных сред на соединения деревянных конструкций на металлических зубчатых пластинах зависит от следующих факторов: коррозионной стойкости материала пластин, наличия цинкового защитного покрытия пластин, правильного выполнения конструктивных мер защиты древесины, наличия химической защиты древесины и степени агрессивности воздействия среды эксплуатации. Совокупность действующих факторов в процессе эксплуатации в той или иной агрессивной среде определяет состояние соединений деревянных конструкций, выполненных с помощью металлических зубчатых пластин.

Литература

1. Природные материалы в архитектуре: учебное пособие / В.М. Воронцов [и др.]. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 100 с.
2. Самолькина Е.Г. Применение дерева в архитектуре современных общественных зданий (на примере отечественного опыта) // Приволжский научный журнал. 2014. № 2 (30). С. 128-133.
3. Конструкции из дерева и пластмасс: учебник / Э.В. Филимонов [и др.]. М.: Издательство АСВ, 2010. 440 с.

4. Патент РФ на полезную модель 127775. Крепежный элемент для соединения деревянных деталей / Котлов В.Г., Шарынин Б.Э., Муратова С.С.; Заяв. 04.12.2012. Оpubл. 10.05.2013. Бюл. № 13.

5. Патент РФ на изобретение 2169239. Соединительный элемент для деревянных конструкций / Кутуев С.Б., Арленинов Д.К.; Заяв. 20.12.1999. Оpubл. 20.06.2001.

6. Муратова С.С., Котлов В.Г., Наумов А.К. Конструктивные особенности металлических зубчатых пластин для соединения деревянных элементов // Научному прогрессу – творчество молодых: сборник материалов Международной молодежной научной конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. Ч. 3. Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2011. С. 124-125.

7. Гуськов И.М. Эксплуатация деревянных конструкций и методы устранения их дефектов: учебное пособие. М.: МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1982. 101 с.

8. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. М.: Минрегион России, 2012. 99 с.

Ключевые слова: деревянные конструкции, соединения элементов, среда эксплуатации, металлические зубчатые пластины.

Key words: wood structures, connections of elements, environment, metal clamping plates.

Котлов В.Г. – кандидат технических наук, профессор, директор Института строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет». E-mail: KotlovVG@volgatech.net.

Иванова М.А. – аспирант ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет». E-mail: mashasmils@yandex.ru.

Kotlov V.G. – Candidate of Science (Engineering), Professor, Director of the Institute of construction and architecture of Volga State University of Technology. E-mail: KotlovVG@volgatech.net.

Ivanova M.A. – Postgraduate student of Volga State University of Technology. E-mail: mashasmils@yandex.ru.

Для цитирования:

Котлов В.Г. Влияние степени агрессивности среды эксплуатации на работу деревянных конструкций с узловыми соединениями на металлических зубчатых пластинах / В.Г. Котлов, М.А. Иванова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 250 – 254.

Citation:

Kotlov V.G. The influence of the degree of aggressiveness of the environment on wood structures with nodal connections made with metal clamping plates / V.G. Kotlov, M.A. Ivanova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 250 – 254.

УДК 624.07

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО СБОРНО-МОНОЛИТНОГО КАРКАСА
СТРОЯЩЕГОСЯ ЖИЛОГО ДОМА

В.М. Поздеев, Л.П. Мотовилова, Е.О. Трошков

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены результаты обследования строящегося 16-тиэтажного жилого дома с несущей системой из сборно-монолитного каркаса в г. Йошкар-Оле. Целью работы являлась выявление дефектов колонн, ригелей и их узлов сопряжения. Анализ повреждений позволил разработать предложения по совершенствованию конструктивных решений сборно-монолитного каркаса.

MONITORING OF STRUCTURES REINFORCED CONCRETE
PREFABRICATED MONOLITHIC FRAME DWELLING HOUSE
UNDER CONSTRUCTION.

Abstract. The article describes the results of a survey under construction 16-storey residential building with a carrier system of prefabricated monolithic frame in Yoshkar-Ola. The aim is to identify defects columns, crossbars and coupling assemblies. Analysis of damages allowed to develop proposals for improving the design solutions prefabricated monolithic frame.

В современном строительстве многоэтажные каркасные здания часто возводятся из сборно-монолитных ригельных систем различной конструкции [1]. Ригели каркасов могут выполняться как в предварительно напряженном (конструктивные решения «Сарет», ООО «ИМТОС», ООО «Центр» МКС»), так и в обычном варианте. Использование ригелей с обычным армированием развивается в серии «Казань – XXI век» [2]. Обычно длина ненапряженных балок в данном решении не превышает 6,0 м.

С 2012 года в Йошкар-Оле у кинотеатра «Россия» возводится 16-тиэтажный жилой дом в сборно-монолитном каркасе конструкции «Казань – XXI век». Ригели каркаса расположены в продольном и поперечном направлениях здания. Соединение их с колоннами осуществляется жестким стыком, обеспечивая рамную схему работы каркаса. Сборная часть конструкций имеет прямоугольное сечение с размерами 300 × 250(h) мм. Полное сечение сборной и монолитной

части имеет высоту 470 мм. Длина ригелей различна с максимальным размером 7000 мм (номинальный размер в осях 7,35 мм). Ригели выполняются без предварительного напряжения. Пролетная и опорная арматура принята класса А400. Проектный класс бетона сборной и монолитной частей В30. Перекрытие выполнено из многослойных плит. Железобетонные колонны до уровня 8-го этажа имеют сечение 400×600 мм, и выполняются на 3 этажа. Соединение ярусных колонн производится штепсельным стыком.

В процессе строительства в 2015 году было проведено техническое обследование здания на момент возведения каркаса до уровня перекрытия 7-го этажа.

При освидетельствовании несущих ригелей пролетом 7,35 м (пролет в осях «А – Б») выявлено, что часть конструкций имеет нормальные трещины в зоне сборной части конструкций с шириной раскрытия не более 0,05 мм. Из 72-х обследованных ригелей пролета «А – Б» трещины выявлены у 16-ти конструкций (22,2%).

Были измерены прогибы ригелей в середине пролета. В основном в ригелях с трещинами прогибы были выше, чем у конструкций без трещин. В то же время можно отметить, что строгой корреляции между трещиностойкостью и прогибом не было. Максимальные прогибы зафиксированы у двух ригелей перекрытия 7-го этажа: 25 и 20 мм, что составляет 75,8 и 60,6% от допустимого значения $1/200 \ell$ (рис. 1). Эти конструкции имели трещины. У ригеля перекрытия над 1-м этажом 2/АБ зафиксировано перемещение 21 мм при отсутствии нормальных трещин. В момент обследования нагрузка на ригеля составляла 455 кгс/м^2 (вес плит и пола) при полной проектной нагрузке 1130 кгс/м^2 , то есть 40% от полного расчетного значения. В некоторых конструкциях прогиб превысил 40% от допустимого значения.

Фактический класс бетона сборных частей ригелей, определенный неразрушающим методом прибором ИПС-МГ-4+, был не ниже В49, что превышает проектное значение В30. Класс бетона монолитной части ригелей определялся по результатам измерения прочности монолитных узлов сопряжения их с колоннами. Было выявлено, что у части ригелей была снижена прочность монолитной части до 50% от проектного значения. В основном у ригелей с пониженной прочностью монолитной части сечения значение прогибов оказалось выше, но тоже следует отметить, что полной корреляции не было. У ригеля с самым высоким значением прогиба, прочность бетона сборной и монолитной частей оказалась выше проектной.



Рис. 1. Трещины в сборной части ригеля в перекрытии 7-го этажа



Рис. 2. Зазор в углу стыка глубиной до 30 мм в узле 1-Б на уровне 1-го этажа (отм. $\pm 0,000$).

Некоторые узлы соединения ригелей с колоннами имеют дефекты в виде зазоров между монолитной и сборной частью. Узел 11-Д в подвальном помещении отнесен к категории недопустимого технического состояния. В узле выявлен зазор между монолитным бетоном и торцом колонны подвального помещения. Фактически площадь передачи нагрузки составляет 37% от проектной площади. Необходим ремонт данного узла по заполнению зазоров ремонтным

составом. Еще часть узлов, также имеющих зазоры между сборной и монолитной частями конструкции, отнесена к категории ограниченно-работоспособной (8 узлов). Также были выявлены факты некачественного заполнения узлов бетоном в верхней части перекрытия.

Таким образом, выявленные дефекты в виде трещинообразования в ригелях с номинальным пролетом 7,35 м свидетельствуют о проблемах, возникающих при использовании таких конструкций в варианте без предварительного напряжения арматуры. Трещины в ригелях могут возникнуть при их транспортировании и монтаже. Также прогибы и появление трещин может быть вызвано ранним снятием подпорок после бетонирования монолитной части и снижением прочности бетона. Ригель с максимальным прогибом и трещинами был усилен подведением под конструкцию дополнительной диафрагмы жесткости.

Выявленные факты снижения прочности бетона в узлах замоноличивания свидетельствуют о необходимости усиления контроля за выполнением работ, особенно при выполнении бетонирования в зимний период.

Литература

1. Лазарев А.И. Исследование сборно-монолитной каркасной системы «Центра МКС» / В.М. Поздеев, А.И. Лазарев, А.В. Средин, А.А. Винтина // В сб.: Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: мат-лы VIII Всеросс. (II междунар.) конфер. – Чебоксары: ЧГУ, 2014. – С.137 – 143.

2. Пат. 2281362 Российская Федерация, МПК В04В1/20. Сборно-монолитный железобетонный каркас многоэтажного здания «Казань-XXI век» / Мустафин И.И.; заявитель и патентообладатель Мустафин И.И. Заявл. 27.12.2004; опубл. 10.08.2006 – 3с.

Ключевые слова: сборно-монолитный каркас, результаты обследования, прогибы ригелей, трещиностойкость ригелей.

Keywords: precast-monolithic frame, survey results, crossbars deflections, crack crossbars.

В.М. Поздеев кандидат технических наук, доцент,
PozdeevVM@volgatech.net;

Л.П. Мотовилова кандидат технических наук, доцент
MotovilovaLP@volgatech.net;

Трошков Е.О. аспирант, troshkoveo@mail.ru; ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»,

V.M. Pozdeev candidate of technical sciences, associate professor;

L.P. Motovilova candidate of technical sciences, associate professor;

E.O. Troshkov post-graduate student; Volga State University of Technology.

Для цитирования:

Поздеев В.М. Мониторинг состояния конструкций железобетонного сборно-монолитного каркаса строящегося жилого дома / В.М. Поздеев, Л.П. Мотовилова, Е.О. Трошков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 255 – 259.

Citation:

Pozdeev V.M. Monitoring of structures reinforced concrete prefabricated monolithic frame dwelling house under construction / V.M. Pozdeev, L.P. Motovilova, E.O. Troshkov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 255 – 259.

УДК 624.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ МУЗЕЯ М.ТУРСУН-ЗАДЕ В Г. ДУШАНБЕ

А.Д. Рахмонов, И.И. Абдуллоев

Таджикский технический Университет имени академика М.С. Осими,
г. Душанбе, Республика Таджикистан

Аннотация

В статье приведены результаты обследования конструкций надземной части объектов музея М. Турсун-Заде, состоящей из экспонатного зала с гаражом, конференц-зала с административными помещениями, а также дом - музея. По результатам обследования отмечается отдельные признаки деформации в виде раскрытия стыков между сборными конструкциями, а также трещины в некоторых стенах. Для надежной дальнейшей эксплуатации деформированных конструкций даются соответствующие рекомендации.

RESULTS TECHNICAL CONDITION OF MUSEUM M.TURSUN- ZADE IN DUSHANBE ANNOTATION

Abstract

The results of structural survey of the aboveground facilities Museum M. Tursun-Zade, consisting of eksponatnogo room with garage, entertainers hall with administrative offices, as well as house - museum. According to the survey noted some signs of strain in the form of disclosure of joints between prefabricated structures, as well as cracks in some walls. For reliable operation of the further deformed structures are appropriate recommendations.

Настоящая работа содержит результаты комплексного обследования объектов музея М.Турсунзаде, экспонатного зала с гаражом, конференц-зала с административными помещениями и здания дом-музей расположенные по улице Лоик Шерали 59. Обследуемые объекты построены: экспонатный и конференц-зал в начале 80-х годов прошлого столетия на основании проекта, разработанной проектной конторой «Коммунпроект»; а дом-музей в 1947 году без проекта.

Обследование проведено для оценки технического состояния конструкций в связи предстоящей ремонтом, а также появлением признаков деформации в виде трещин в отдельных элементах зданий.

Здание конференц-зала одноэтажное каркасно-панельное, в плане имеет прямоугольную форму с общими осевыми размерами. Высота зала до ригеля 2,63м, а до потолка 2,83м. Высота административного помещения до ригеля 2,55м, а до потолка 2,8м.

Данное здание с гаражом отделяется антисейсмическим швом. Между залом и административными помещениями имеются помещения санузлов, выступающей в сторону дворового фасада.

Основными конструктивными элементами здания являются: фундаменты – под колонны отдельно-стоящие стаканного типа, а под стены ленточные; бетонные стены – сборные железобетонные панели, толщиной 240мм, а также из жженого кирпича, толщиной 250мм; перегородки – из гипсоблока, толщиной 80мм; колонны – сборные железобетонные, размером сечений 300х300мм; ригели – сборные железобетонные длиной 6000мм; перекрытия – из многпустотных железобетонных плит; над залом и административными помещениями, а над средней частью здания монолитные железобетонные ребристые; кровля – чердачная односкатная покрытая асбестоцементными листами.

Здание дом - музея.

Одноэтажное кирпичное здание, имеющее в плане прямоугольную форму. Спереди и сзади возведены деревянные веранды. Высота помещения 3,32м. Основными конструктивными элементами здания являются:

фундаменты – ленточные бутобетонные; стены – из жженого кирпича, толщиной 380мм; перекрытия – деревянные с потолками из дранки; кровля – чердачная покрытая металлическими листами жестянками.

Результаты обследования конструкций объектов показали, что элементы и конструкции надземной части зданий в целом находятся в различном изношенно – деформированном состоянии. В частности: в здании экспонатного зала с гаражом имеются: раскрытие стыков стеновых панелей, увлажнение и отслоение штукатурных слоев стены, а также отсутствие нормальной водостока с кровли из-за наличия грязи в виде скопившихся листьев ореха и трещин во многих асбестоцементных листах.

Если причину раскрытия стыков стеновых панелей можно объяснять воздействием небольших сил землетрясения, то причиной увлажнения и отслоения штукатурных слоев являются их недостаточная защищенность от воздействия атмосферных осадков со стороны покрытия.

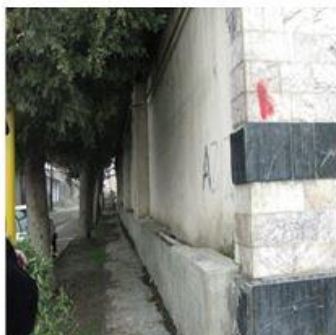


Рис.1. Отсутствие в некоторых местах бетонных плит покрытия



Рис.2. Отсутствие асбест-ных листов кровли.



Рис.3. Увлажнение и крошение кирпичной кладки стены на глубину до 5см.



Рис.4. Раскрытие стыка стеновых панелей



Рис.5. Отслоение и крошение штукатурных слоев



Рис.6. Раскрытие стыка стеновой панели с плитой перекрытий

В здании конференц-зала с административными помещениями можно отметить такие же факты как в предыдущем случае, т.е. раскрытие стыков стеновых панелей со стороны главного фасада у козырька, сильное увлажнение штукатурных слоев и кирпичной кладки, как со стороны бокового фасада, так и со стороны дворового фасада. Причем увлажнение наружной стены, также отмечаются с внутренней стороны стены санузлов. Причина такая же, как в предыдущем случае, т.е. недостаточная их защищенность от воздействия атмосферных осадков со стороны покрытия.

Следует отметить, что раскрытие стыка стеновой панели с угловым стеновым блоком у козырька не может быть причиной деформации, каких либо элементов, а сейсмические воздействие. Дело в том, что согласно проекту, перекрытия козырька выполнена монолитной ребристой, ребром в верх общей длиной 5,215м при длине консоли 3,07м. Ребра имеются в двух направлениях, в поперечном, по осям 5 и 6, они закреплены к продольно уложенным балкам. Если предположить что козырек дал крен, то в этом случае раскрытие были бы и с другой стороны, а их нет.

По результатам обследования можно судить о том, что здания дом-музея находится в изношенно - деформированном состоянии. Признаки износа отмечается в наличие многочисленных трещин в штукатурных слоях стены и потолка. Трещины, шириной раскрытия до 1,5 мм, имеющих в несущих стенах, свидетельствуют об нахождение эти стен в деформированном состоянии.

Деревянные элементы кровли находятся в относительно удовлетворительном состоянии. Однако, в некоторых местах имеются раскрытие стыков металлических листов - жестянки, что в будущем может способствовать к проникновению атмосферных осадков. Кроме того, состояние воронки водосточных труб, также неудовлетворительное, забыто листьями деревьев, что препятствует утечки атмосферных осадков.

Результаты инструментального исследования показали, что прочность материалов бетона исследованных конструкций всех зданий соответствуют рекомендуемым нормам для данных конструкций.

Общие выводы

Анализ результатов обследования надземных конструкций объектов позволили сделать следующие выводы:

В здании экспонатного зала с гаражом имеются раскрытие стыков стеновых панелей, увлажнение и крошение штукатурных слоев, а также неудовлетворительное состояние кровли. Вокруг орехового дерево имеются скопление листьев, что позволяет проникновение

атмосферных осадков внутри здания. Асбестоцементные листы местами имеют трещины.

В здании конференц-зала с административными помещениями отмечается наличие увлажненных и крошенных штукатурных слоев и кирпичной кладки на глубину до 5см, а также раскрытие стыка стеновой панели с угловым стеновым блоком у козырька.

В здании дом-музея некоторые стены деформированы, в них имеются наклонные трещины, шириной раскрытия до 1,5мм. В потолках и отдельных стенах имеются отслоение штукатурных слоев и трещины различного направления. Имеются местами раскрытие стыков металлических листов – жестианки, а также воронки водосточных труб забито листьями деревьев.

По результатам инструментального исследования прочность материалов бетона в исследованных конструкциях не ниже рекомендуемых для данных типов конструкций.

Основные несущие конструкции экспонатного зала с гаражом и конференц-зала с административными помещениями в целом находятся в удовлетворительном состоянии.

Рекомендации и предложения

Учитывая вышеуказанные выводы, для ремонта зданий, восстановления несущей способности деформированных конструкций, а также дальнейшей нормальной их эксплуатации.

В здании экспонатного зала с гаражом произвести заделку стыков между стеновыми панелями, удалить увлажненные и крошенные штукатурные слои стены раствором марки не ниже М150. Асбестоцементные листы кровли, имеющие трещины, заменить на новые, а кровли очистить от скопившихся листьев [2].

В здании конференц-зала с административными помещениями наружную стену санузлов, имеющую увлажненные и крошенные штукатурные слои и кирпичей усилить с наружной стороны арматурной сеткой марки 4Вр-1 с ячейкой 100х100мм, с последующем торкретированием раствором марки не ниже М150. Произвести заделку раскрывшихся стыка стеновой панели с угловым стеновым блоком цементно-песчаным раствором [1].

В здании дом-музея произвести усиления деформированных стен с двух сторон арматурными сетками марки 4Вр-1 с ячейкой 100×100мм, с последующем торкретированием раствором марки не ниже М150 в следующих осях: по оси А в осях 1-3 и по оси Г в осях 1-2. Штукатурные слои потолков и стен имеющие трещины или отслоенные заменить на новые, при предварительном удалении старых. Учитывая раскрытие стыков в отдельных местах, а также

длительность эксплуатации не исключается замена металлических листов кровли на новые.

Усиление деформированных стен произвести на основе разработанного проекта, согласно требования действующих строительных норм [1,2,3].

После завершения ремонта зданий выполнить водозащитные мероприятия, необходимые для удаления атмосферных осадков от здания, в полном объеме, восстановить разрушенные водосточные трубы для организованного водостока от кровли, для недопущения скопления воды, вокруг здания устраивать водоотводные и ливневочные лотки с соответствующим уклоном. Восстановить разрушенные участки отмосток.

Литература

1. 126. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры / ГУП «НИИЖБ». – 2004. – С. 140.

2. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: Стандартинформ, 2006. – 30 с.

3. ГОСТ Р 53231-2008. Бетоны. Правила контроля прочности. – М.: Стандартинформ, 2009. – 20 с.

Ключевые слова: реконструкция, перепланировка, демонтаж, деформированном состоянии, инструментального исследования.

Keywords: reconstruction, remodeling, disassembly, deformed state, instrumental studies.

1. Рахмонов Ахмаджон Джамолиддинович – начальник управления научно-исследовательских работ Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими, ahmadjon2903@mail.ru
2. Абдуллоев Исматулло Ибодиллозода – доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство» Таджикского технического университета имени академика М.С.Осими.

1. Rahmonov Ahmadjon Jamoliddinovich - head of the management research work of the Tajik Technical University named after Academician M.S.Osimi, E-mail: ahmadjon2903@mail.ru
2. Abdulloev Ismatullo Ibodillozoda - Associate Professor of the department "Industrial and civil construction" of the Tajik Technical University named after academician M.S.Osimi.

Для цитирования:

Рахмонов А.Д. Результаты обследования технического состояния зданий музея М. Турсун-заде в г. Душанбе / А.Д. Рахмонов, И.И. Абдуллоев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 260 – 266.

Citation:

Rahmonov A.Ja. Results technical condition of museum M. Tursun-zade in Dushanbe annotation / A. Ja. Rahmonov, I.I. Abdulloev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 260 – 266.

УДК 67.03.00

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАМЯТНИКА
АРХИТЕКТУРЫ – МИХАИЛОАРХАНГЕЛЬСКОЙ ЦЕРКВИ С
МРАМОРНЫМ ИКОНОСТАСОМ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В
П. БОРИСОВКА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.В. Сергеев

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.
Ульянова», г. Чебоксары, РФ

Е.Д. Воробьев

НИУ «БелГУ», г. Белгород, РФ

Аннотация

В результате проведенного визуального и инструментального обследования Михаилоархангельской церкви с мраморным иконостасом, расположенной в п. Борисовка Белгородской области были установлены нагрузки и воздействия, действующие на несущие конструктивные элементы, условия эксплуатации, качество материалов и соединений. При оценке состояния данных конструкций были учтены величины и скорости развития дефектов и повреждений, возможности их дальнейшего развития, фактическая несущая способность и надежность несущих конструкций, их прогнозируемая долговечность, степень ответственности, их физический износ и другие факторы. Выполнена оценка технического состояния несущих строительных конструкций и основания фундаментов здания и сделан вывод о возможности дальнейшей эксплуатации здания.

EXAMINATION OF TECHNICAL CONDITION OF
MONUMENTS OF ARCHITECTURE - MIHAILOARHANGELSKOY
CHURCHES WITH MARBLE ICONOSTASIS LOCATED IN P.
BORISOVKA BELGOROD REGION

Abstract

As a result of visual and instrumental examination Mihailoarhangelskoy church with a marble iconostasis located in the n. Borisovka Belgorod Region were installed load and the impact acting on the load-bearing structural components, operating conditions, quality of materials and compounds. In assessing the status of these structures were taken into account the magnitude and speed of development of defects and damages, the possibility of their further development, the actual carrying capacity and reliability of the load-bearing structures, their projected longevity, level of responsibility, their physical wear and tear and other

factors. The evaluation of the technical condition of bearing building structures and grounds of the building foundation and the conclusion about the possibility of future use of the building.

Объектом обследования являлись несущие строительные конструкции, фундаменты и основание памятника архитектуры – Михаилоархангельской церкви с мраморным иконостасом, расположенной в п.Борисовка Белгородской области, в связи с необходимостью проведения в ней реставрационных работ.

Обследование грунтов основания Михаилоархангельской церкви выполнены до глубины взаимодействия фундаментов с геологической.

В результате проведенного визуального и инструментального обследования были собраны необходимые данные о конструктивной схеме здания и геометрических параметрах конструктивных элементов необходимые для проектирования, организации и производства реставрационных работ.

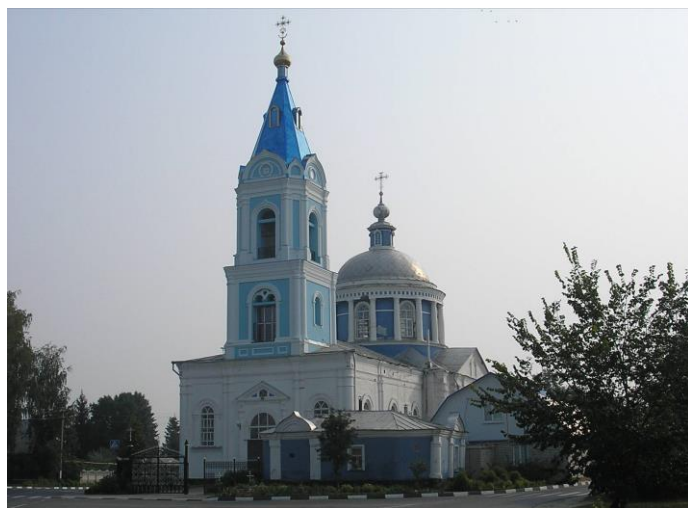


Фото 1 – Общий вид церкви

Михаилоархангельская церковь находится в центральной части п. Борисовка Белгородской области, на пересечении ул. Грайворонская и пер. Дегтярева. Обследуемое здание церкви постройки 1804-1811 и 1865-1867 гг. бескаркасное, кирпичное, переменной этажности, сложной формы в плане, с габаритными размерами 40,54х18,82х35,20(н) м, с подвалом под отдельными участками здания.

Стены из глиняного кирпича, оштукатуренные; покрытие – в виде сводов из глиняного кирпича; кровля из листового металла, по деревянным стропилам с обрешеткой.

В геоморфологическом плане участок приурочен к поверхности первой надпойменной террасы р. Ворскла. Рельеф участка относительно ровный, спокойный, спланированный отсыпкой насыпного грунта, с элементами благоустройства (тротуарная плитка, асфальт). Отметки поверхности рельефа колеблются в пределах от 144,7 до 145,1 м.

На исследуемом объекте для обследования состояния грунтов основания в характерных точках Михаилоархангельской церкви было пройдено пять шурфов (один в районе наружной стены, и четыре в подвале). Высотная привязка разведочных выработок проводилась от отметки чистого пола (0,000 м) с использованием плана подвала церкви и инженерно-топографического плана.

В шурфе у наружной стены изучены фундаменты под портики из глиняного кирпича. Шурфы, расположенные в подвале пройдены глубиной на 0,20 м ниже подошвы фундамента. Из шурфов было выполнено бурение скважин до глубины 2,00 м от дна шурфа. Из несущего слоя фундамента были отобраны грунты для определения прочностных и деформационных характеристик.

Основанием фундаментов здания церкви служат аллювиальные образования первой надпойменной террасы р. Ворскла ($a^1 Q_{III}$), которые вскрыты шурфами и представлены **песком желто-серым пылеватым с прослоями мелкого песка, плотного сложения, от малой до средней степени водонасыщения.**

Таблица 1

Основные расчетные значения физико-механических свойств грунтов для расчетов оснований и фундаментов по деформациям и несущей способности.

№№ ИГЭ	Номенклатурный вид грунта	Плотность, т/м ³	Модуль деформации, МПа	Параметры среза	
				Удельное сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, ⁰
1а*	Насыпной грунт	1,53/1,50	-7	1/0	25/22
2	Песок пылеватый плотный	1,81/1,80	27,3/	5/4	33/32
3*	Супесь твердая	1,81/1,78	-18	10/7	24/23
4а*	Песок средней крупности средней плотности	1,88/1,85	-29	1/0	34/31
4*	Песок средней крупности плотный	1,95/1,92	-43	3/2	38/34

На рис. 2 представлена конструкция фундамента. Фундаменты здания выполнены из глиняного кирпича на известковом растворе.

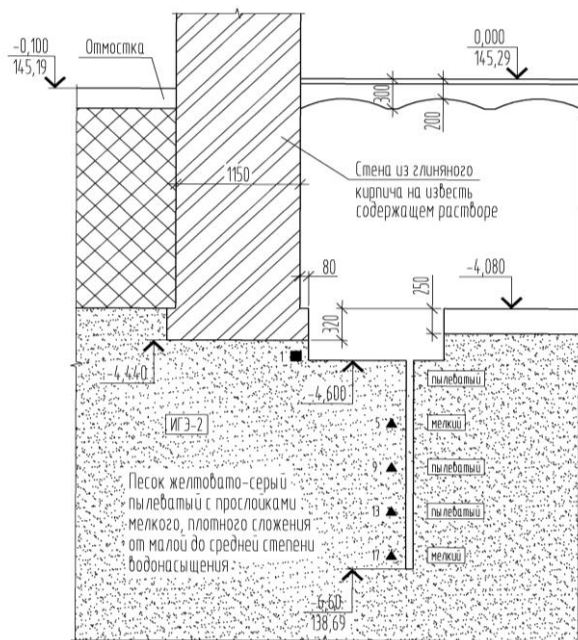


Рис. 2. Геологический разрез по шурфу

Из рис. 2 видно, что расстояние от отметки пола 1-го этажа до подошвы фундамента составляет 4,44 м, что соответствует глубине заложения фундамента 4,14 м от отметки рельефа местности. Ширина подошвы фундамента составляет порядка 1,31 м.

Наружные и внутренние стены выполнены из глиняного кирпича на растворе сложного состава с известковым вяжущим. Их толщина 0,90 – 1,29 м. Швы кладки в основном заполнены, однако прочность раствора не высока. Толщина швов составляет 7-13, 16-20 мм. Наружные и внутренние стены оштукатурены. Внутренняя штукатурка дополнительно окрашена масляной краской и расписана.

Вокруг барабана выполнены колонны из глиняного кирпича на сложном известь содержащем растворе, по которым уложены деревянные перемиčky несущие карнизную часть стены барабана.

На наружных стенах имеются следы, свидетельствующие о постоянном попадании на них атмосферных осадков. Наружные стены имеют дефекты в виде отслоения штукатурки. Отдельные участки кладки стен выполнены из плохо обожженного кирпича и в настоящее

время разрушаются под действием атмосферных осадков и зимних циклов замерзания-оттаивания попавшей на них воды.

На внутренних стенах обнаружены трещины. Ширина раскрытия трещин составляет 0,5–1,5 мм. Причиной их образования вероятнее всего служила неравномерная осадка фундаментов наружных стен вследствие уплотнения основания от эксплуатационных нагрузок. В настоящее время осадка фундаментов стабилизировалась, однако образовавшиеся в результате нее и нарушившие монолитность кирпичной кладки трещины, проявляются от линейного расширения-уменьшения ее размеров вследствие перепадов температуры.

Перекрытие подвальной части представлено следующими конструкциями: 1). Кирпичный цилиндрический свод пролетом 3,0 м. Швы кладки в основном заполнены. Толщина швов составляет 7-13, 16-20 мм. 2). Каскад кирпичных сводов опертых на металлические балки (свод типа «Монье»). Балки установлены с шагом 0,8–0,9 м и имеют пролет 2,4 м. 3). Каскад кирпичных сводов опертых на металлические балки. Балки установлены с шагом 0,9–1,0 м и имеют пролет 3,9 м.

Покрытие выполнено в виде крестово-купольного свода из глиняного кирпича на сложном известе содержащем растворе. Швы кладки в основном заполнены. Толщина швов составляет 7-13, 16-20 мм. С внутренней стороны по сводам покрытия выполнена штукатурка и роспись. Выполнено утолщение цилиндрического свода покрытия трапезной в виде арок из кирпичной кладки в составе этого свода перекрытия. Дефектов в виде трещин или отслоений штукатурки и высыпания растворов из швов на большей части покрытия не отмечено, за исключением купольного свода покрытия барабана. На нем имеется участок с отслоением штукатурки и проходит трещина. На купольном своде покрытия большого барабана выполнен из глиняного кирпича на известе содержащем растворе круглый малый барабан главки, обшитый металлом по деревянному каркасу в виде восьмигранника.

Крыша стропильная, с опорами на мауэрлат, уложенный по наружным стенам и стойки, установленные на своды покрытия. Стропила из дерева круглого поперечного сечения, расположены с шагом 1,35–1,70 м. По ним выполнена обрешетка из доски толщиной 25 мм, по которой устроена кровля из металлической листовой стали. Крыша центрального четверика выполнена также в виде стропильной системы. Стропила из дерева круглого поперечного сечения с опорами на мауэрлат, уложенный по стенам четверика. По ним выполнена обрешетка из доски толщиной 25 мм, по которой устроена кровля из

металлической листовой стали. Крыша большого купола выполнена из радиально расположенных повторяющих очертания купола деревянных стропил с опорами на мауэрлат, уложенный по наружным стенам большого барабана, основание малого барабана и стойки, установленные на купольный свод покрытия. По ним выполнена обрешетка из доски толщиной 25 мм, по которой устроена кровля из металлической листовой стали.

К конструкциям Михаилоархангельской церкви с мраморным иконостасом, расположенной в п. Борисовка Белгородской области, несущая способность, жесткость и устойчивость может вызывать сомнения, относится свод покрытия барабана, так как он ослаблен трещинами.

Поверочный расчет свода покрытия барабана был выполнен с помощью проектно-вычислительного комплекса SCAD. Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций, проверку несущей способности стальных конструкций.

Нагрузки на свод покрытия барабана прикладывались в 4-х загружениях:

1. Собственный вес свода покрытия.
2. Постоянная нагрузка на свод покрытия.
3. Снеговая нагрузка на свод покрытия.
4. Нагрузка на свод покрытия от главки.

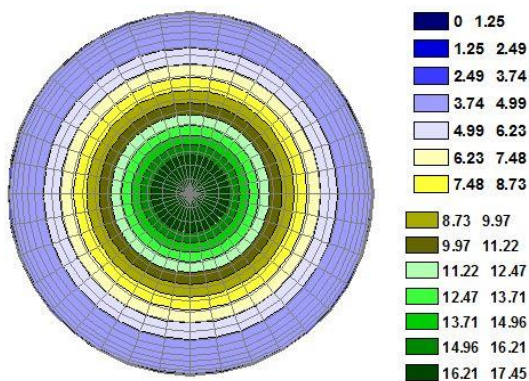


Рис. 3. Деформации свода покрытия от суммы всех загружений, мм

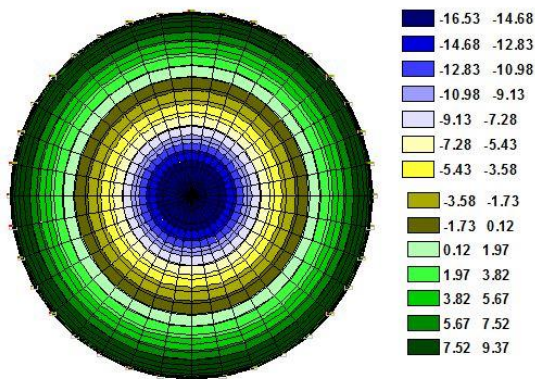


Рис. 4. Напряжения N в своде покрытия, т/м^2

Таким образом, максимальные напряжения в кладке свода покрытия от эксплуатационных нагрузок составили $-16,53 \text{ т/м}^2$.

Расчетное сопротивление кладки с маркой керамического кирпича М35 и маркой сложного известкового раствора М4 составляет 45 т/м^2 . Таким образом, напряжения в кладке составляют порядка 66 % от величины ее расчетного сопротивления. Это подтверждает, что появление трещин в своде покрытия барабана произошло вследствие неравномерной осадки фундаментов, а их раскрытие связано с температурными воздействиями.

Максимальные расчетные деформации свода покрытия от эксплуатационных нагрузок составили $17,5 \text{ мм}$, что не превышает предельно допускаемых $10000 / 250 = 40 \text{ мм}$.

Литература

1. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений, СП 50-101-2004.
2. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений/ Госстрой России - М.: ФГУП ЦПП, 2003.
3. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий./АО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ» М., 1997. – 222 с.
4. Гроздов В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. – Санкт-Петербург, «Центр качества строительства», 1998. – 96 с.

5. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений/ НИИСК. - М.: Стройиздат, 1989.

Ключевые слова: основания, фундаменты, напряжения, деформации.

Keywords: foundations, foundations, stress, strain.

Сергеев С.В., профессор, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», e-mail: sergey.sergeev.v@mail.ru

Воробьев Е.Д., доцент кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной геологии и горного дела НИУ «БелГУ», e-mail: vorobev@bsu.edu.ru

Sergeev SV, professor, doctor of technical sciences, professor FGBOU IN "Chuvash State University named after IN Ulyanov », e-mail: sergey.sergeev.v@mail.ru

Vorobyov E.D., associate professor Candidate of Technical Sciences, associate professor of applied geology and mining of NIU "BELGU", e-mail: vorobev@bsu.edu.ru

Для цитирования:

Сергеев С.В. Обследование технического состояния памятника архитектуры – Михаилоархангельской церкви с мраморным иконостасом, расположенной в п. Борисовка Белгородской области / С.В. Сергеев, Е.Д. Воробьев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 267 – 274.

Citation:

Sergeev S.V. Examination of technical condition of monuments of architecture - Mihailoarhangelskoy churches with marble iconostasis located in p. Borisovka Belgorod region/ S.V. Sergeev, E.D. Vorobyov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 267 – 274.

УДК 624.046.5

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЗОТКОЗНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Н.П. Соловьёв

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация

Представлены и проанализированы методы определения начальной безотказности строительных конструкций, их достоинства и недостатки. Предложен новый метод – метод условного закона распределения.

DEVELOPMENT OF METHODS FOR DETERMINING THE INITIAL RELIABILITY OF BUILDING STRUCTURES,

Abstract.

Presented and analyzed the methods for determining the initial reliability of building structures, their advantages and disadvantages. A new method - the method of conditional distribution.

Вероятность безотказной работы строительных конструкций определяется выражением

$$P_{suc} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \Phi(\beta), \quad (1)$$

где $\Phi(\beta)$ – функцией Лапласа.

Задача по определению значения безопасной работы конструкции сводится в определение значения аргумента функции Лапласа β , который называется характеристикой безопасности [1]:

$$\beta = \frac{\bar{S}}{\sigma(S)} = \frac{\bar{R} - \bar{F}}{\sqrt{\sigma^2(R) + \sigma^2(F)}}. \quad (2)$$

где $\bar{R}$ и $\sigma(R)$ – соответственно математическое ожидание и стандарт свойств строительных конструкций, например несущей способности железобетона (параметры системы); $\bar{F}$ и $\sigma(F)$ – соответственно математическое ожидание и стандарт усилия, характеризующего внешние нагрузки и воздействия (входные параметры системы).

В настоящее время при определении безотказной работы конструкций используется метод линеаризации, т.е. любая непрерывная дифференцируемая функция в достаточно узких пределах изменения аргументов может быть приближенно заменена линейной.

При сложной связи между входными параметрами, параметрами системы и выходным параметром аналитическое решение задачи невозможно без грубой и неточной механической идеализации модели (например, расчет предварительно напряженных конструкций, динамический расчет и т.п.). В этом случае для определения безотказности конструкций целесообразно использовать метод статистического моделирования или метод Монте-Карло.

Цель статистического моделирования – сформировать выборку входных параметров (нагрузки) и параметров системы (геометрия, прочность и т.п.) из генеральной совокупности случайных величин и численно смоделировать статистическую выборку параметров реакции, т.е. выходного параметра системы.

Обычно считается, что метод статистического моделирования даёт достаточно точный результат при числе экспериментов (испытаний) около 10^2 - 10^3 . В инженерных исследованиях строительных конструкций приходится иметь дело с очень малыми значениями вероятности и исследовать концы функций распределения параметров реакции. Эти концы определяются с достаточной точностью при n не менее чем 10^6 - 10^{10} . Такой объем вычислений мог бы быть оправдан только тогда, когда объектами расчета являются дорогостоящие элементы массового применения. В большинстве же случаев потребность в таком числе экспериментов для точной оценки надежности делает метод статистического моделирования практически неприемлемыми.

В работе автора [2] предложен комбинированный метод определения безотказности строительных конструкций. В основу метода положена следующая гипотеза – так как случайные входные параметры и параметры системы изменяются по нормальному или почти по нормальному закону распределения с обеспеченностью p , то и выходные параметры системы, при изменении i -го показателя, будут находиться с соответствующей обеспеченностью в интервале, заключенном между величинами функции отклика, определяемой по значениям исследуемого параметра на границах заданного интервала, т.е.

$$I_{pi}^{\times} = \left[Y(\bar{X}_i - \Delta_{li}), Y(\bar{X}_i + \Delta_{pi}) \right] \quad (3)$$

где p_i – обеспеченность i -го исходного параметра конструкции; Δ_{li} и Δ_{pi} – соответственно левое и правое допускаемое отклонение i -го исходного параметра от математического ожидания $\bar{X}_i$.

Если $Y(\bar{X}_i - \Delta_{li})$ и $Y(\bar{X}_i + \Delta_{pi})$ выразить через число стандартов, то доверительный интервал (3) будет иметь вид:

$$I_{pi}^* = (\bar{Y} - t_{pi} \sigma_{Yli}, \bar{Y} + t_{pi} \sigma_{Ypi}) \quad (4)$$

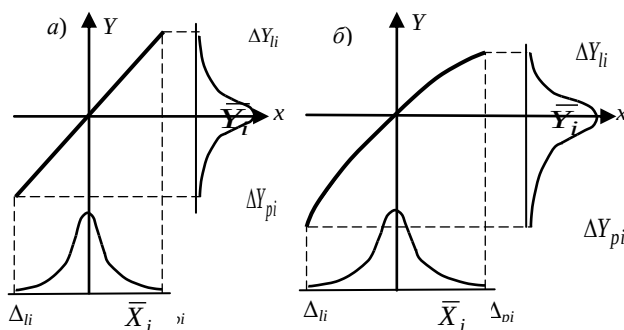


Рис. 1. Связь между входными и выходными параметрами системы:

а) – по линейному закону; б) – по нелинейному закону

где σ_{Yi} – среднее квадратическое отклонение (стандарт) выходного параметра при изменении i -го показателя; $\bar{Y}_i$ – математическое ожидание выходного параметра; t_{pi} – число, определяющее обеспеченность i -го показателя строительной конструкции.

В случае линейной зависимости между начальными параметрами и выходным параметром строительной конструкции (рис. 1а) значение среднего квадратического отклонения будет равно:

$$\sigma_{Yi} = \frac{\bar{Y} - Y(\bar{X}_i - \Delta_{li})}{t_{pi}} = \frac{\bar{Y} + Y(\bar{X}_i + \Delta_{pi})}{t_{pi}}, \quad (5)$$

В случае нелинейной зависимости между исследуемыми параметрами строительной конструкции (рис. 1б) величина стандарта определяется по формуле:

$$\sigma_{Yi} = k \frac{|\Delta Y_{\min,i}|}{t_{pi}},$$

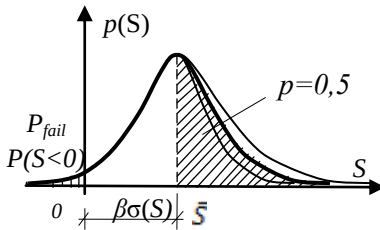


Рис. 2. Распределение плотности вероятности

где k_i – коэффициент нелинейности, значение которого определяется по формуле:

$$k_i = 0,5142 + 0,4858 \frac{|\Delta Y_{\max,i}|}{|\Delta Y_{\min,i}|},$$

где, $\Delta Y_{\max,i}$ и $\Delta Y_{\min,i}$ соответственно максимальное и минимальное приращение выходного параметра.

Комбинированный метод позволяет определить безотказность строительных конструкций практически при любой связи между входными параметрами, параметрами системы и выходным параметром. Если погрешность метода линеаризации составляет 25-30 % (сравнение выполнено с методом статистического моделирования), то комбинированный метод имеет погрешность в пределах 8-10 %.

Дальнейшим развитием комбинированного метода является метод условного закона распределения. Введем дополнительную величину $\tilde{S} = \tilde{R} - \tilde{F}$, которую А.Р. Ржаницын назвал резервом прочности [1].

Тогда характеристика безопасности, условие (2), запишется в виде

$$\beta = \frac{\bar{S}}{\sigma(S)}, \quad (8)$$

где β - число стандартов $\sigma(S)$ (рис. 2), укладывающихся в интервале от 0 до среднего значения резерва прочности.

Из условия (8) имеем, $\sigma(S) = \bar{S} / \beta$, т.е. при определении среднего квадратического отклонения нас интересует не полная кривая распределения плотности вероятности, а участок кривой от 0 до среднего значения, который имеет обеспеченность 0,5 (среднее значение является медианой распределения). Другой участок может подчиняться любому закону распределения, при этом его обеспеченность так же соответствует 0,5, что и отражено первым слагаемым в условии (1). Это обстоятельство относится не только к распределению резерва прочности, но и к распределениям входных

параметров и параметров системы строительных конструкций. В этом случае при определении стандартов указанных параметров, условие (2), рассматриваются одновременно не левое и правое допускаемое отклонение i -го параметра (Δ_{li} и Δ_{pi}) от математического ожидания $\bar{X}_i$, условие (4), а то отклонение, которое отрицательно влияет на показатель начальной безотказности строительных конструкций.

Использование данного положения при оценке безотказности строительных конструкций позволит сократить процедуру вычисления указанного параметра и повысить его точность.

Литература

1. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций надежности.– М.: Стройиздат, 1978.–239с.

2. Соловьёв Н.П. Развитие методов определения начальной безотказности строительных конструкций/Н.П. Соловьёв//Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы пятой Всероссийской конференции: НАСКР-2005. Изд-во ЦГУ им. И.И.Ульянова, г. Чебоксары, 2005.–С. 225-230.

Ключевые слова: строительные конструкции, надежность, методы определения начальной безотказности.

Keywords: building construction, reliability, methods for determining the initial reliability.

Соловьёв Н.П., кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Поволжский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ПГТУ»), e-mail SolovevNP@volgatech.net.

Solovev N.P. Candidate of technical sciences, associate professor; Associate professor, Federal State, Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Volga State Technological University», e-mail SolovevNP@volgatech.net

Для цитирования:

Соловьев Н.П. Развитие методов определения безотказности строительных конструкций / Н.П. Соловьев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 275 – 280.

Citation:

Solovev N.P. Development of methods for determining the initial reliability of building structures / N.P. Solovev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 275 – 280.

ГЕОТЕХНИКА, ОСНОВАНИЯ
И ФУНДАМЕНТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ

УДК 378.096

СПЕЦИФИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ» В НЕПРОФИЛЬНОМ ВУЗЕ.

С.С. Викторова

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

Приведен пример становления дисциплины «Инженерная геология» в рамках строительного факультета Чувашского государственного университета. Указана специфика преподавания дисциплины в непрофильном вузе. Перечислены проблемы и пути решения.

SPECIFICS OF TEACHING THE DISCIPLINE "ENGINEERING GEOLOGY" IN NON-CORE UNIVERSITIES.

Abstract

An example of the formation of the discipline "Engineering Geology" of the building faculty of the Chuvash state University. States the specificity of teaching in non-core universities. Lists problems and solutions.

Дисциплина «Инженерная геология» преподается в Чувашском государственном университете со дня образования строительного факультета с 1978 года для студентов направления 08.03.01. Строительство. За 38 лет благодаря работе профессорско-преподавательского состава факультета произошло становление дисциплины и можно сделать определенные выводы.

Студенты не профильных вузов не могут получить полное фундаментальное образование в области инженерно-геологических изысканий, но они могут овладеть:

- основами минералогии и петрологии;
- теоретическими основами геохронологии, геодинамики и гидрологии;
- инженерно-геологической оценкой площадок строительства;
- методологией инженерно-геологических изысканий и комплекса инженерно-геологических технологий, необходимых для обоснования и реализации проектных решений.

В непрофильном вузе при изучении дисциплины «Инженерная геология», основываясь на общепринятых принципах, необходимо учитывать как особенности самой дисциплины, так и специфику обучения. «Инженерная геология» преподается на первом курсе и

принцип доступности для бывших школьников (более 95%) для очного отделения и выпускников техникума (70%) для заочного отделения – основа освоения материала. При первоначальной проверке базовых знаний выявляется, что исходная подготовка студентов характеризуется большой неравномерностью. Время, отведенное учебным планом на изложение лекционного материала и лабораторные работы, не позволяет ликвидировать эти пробелы, поэтому самостоятельная работа по определенным темам, которые входят в курс школьной программы по предметам «География», «Охрана окружающего мира», с последующим опросом, позволяет решить эту проблему. При изложении материала невозможно избежать многочисленных терминов, и чтобы запомнить их студенты решают кроссворды по каждой теме. Это способствует запоминанию и дает возможность излагать материал на соответствующем инженерном уровне.

С 2014 учебного года в Чувашском государственном университете осуществляется обучение студентов с использованием дистанционных образовательных технологий. На сервере дистанционного обучения (Moodle) размещен электронный курс по дисциплине «Инженерная геология», включающий лекции, практические задания, тесты. Это дает возможность студентам, пропустившим занятия ознакомиться с темой и успешно выполнить задание по ней. Таким образом, реализуется принцип доступности информации.

С 2013 по 2015 г.г. университет участвовал в реализации Проекта Министерства образования и науки России «Кадры для регионов», который направлен на подготовку высококвалифицированных специалистов по приоритетным направлениям развития экономики республики. За это время факультету было выделено около 8 миллионов рублей на оснащение материальной базы, повышение квалификации (30 преподавателей строительного факультета окончили курсы повышения квалификации в ведущих строительных вузах Москвы, Казани, Пензы, Брянска, Нижнего Новгорода) и актуализацию образовательных программ. Были закуплены 2 компьютерных класса и оснащены лицензированными программными комплексами. Переоборудована специальная аудитория для работы с геодезическими и геологическими приборами, которые были закуплены при целевом освоении выделенного финансирования, произведен ремонт и оснащена лаборатория по механике грунтов. Все это повысило качество преподавания.

При изучении курса «Инженерная геология», теоретические знания, получаемые на лекциях, подкрепляются практическими навыками, приобретаемыми на лабораторных работах и полевой геологической практике, где студенты получают четкие представления о структуре геологического пространства на основе реальных структурно-тектонических форм геологических тел. Все это обеспечивает качество усвоения, основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач по дисциплинам: «Механика грунтов», «Основания и фундаменты», «Проектирование в сложных инженерно-геологических условиях».

Сложность геологической науки состоит в тесной взаимосвязи геологических явлений, их динамики. Увеличивающаяся с каждым годом информация об оценке инженерно-геологических условий площадок строительства, инженерно-геологических изысканиях в научно-популярной литературе, публикациях и особенно в материалах, размещаемых в Интернет, может сформировать у студентов ошибочные и весьма поверхностные представления по ряду вопросов. Чтобы этого избежать, на первых занятиях студентам рекомендуется список учебников, журналов и адреса сайтов в Интернет для усвоения учебного материала.

В последнее время это стало особенно актуальным для подготовки к участию в проектах Интернет - тестирования в сфере образования: при подготовке к внешней независимой сертификации выпускников бакалавриата (ФИЭБ) и к федеральному интернет - экзамену в сфере профессионального образования (ФЭПО). В условиях модернизации образования и внедрения в образовательный процесс федеральных государственных образовательных стандартов, эти проекты являются одной из широко востребованных объективных процедур оценки качества подготовки студентов. По опыту двух последних лет можно отметить что, ограниченность во времени требует у студента моментального ответа на основные вопросы по дисциплине, касающиеся элементарных знаний. Несмотря на то, что тестовые материалы проходят как неформальную процедуру проверки (внутренняя и внешняя экспертиза), так и формальную процедуру проверки (по специально рассчитываемым показателям валидности), некорректность вопросов, находящихся на стыке нескольких дисциплин, невнимательность прочтения вводят студентов в замешательство и затрудняют выбор правильного решения практико-ориентированных задач. Выпускники строительных вузов поверхностно знакомы с системой нормативного обеспечения инженерных изысканий, их основными и специальными видами, а

также методологией изыскательских работ, а многие вопросы тестов требуют конкретных ответов, выбор правильных инженерных и управляющих решений на каждом этапе жизненного цикла строительного объекта, которые в полном объеме рассматриваются в рамках послевузовского повышения квалификации строителей. Все вышеизложенное уменьшает объективность в оценке знаний и выявляет общие проблемы образования, ответственность за которые возлагают на вузы.

С 2004 года на строительном факультете действует Центр повышения квалификации специалистов строительной отрасли (ЦПК ССО), в котором проходят подготовку руководители и ИТР строительных и проектных организаций Чувашской Республики и других регионов Российской Федерации. Акцент в подготовке ставится на безопасных методах ведения работ, изучении новых технологий и широкого комплекса сведений в области изысканий в строительстве, проблемах, связанные с внедрением новых технологий, а также изменении в градостроительном законодательстве и техническом регулировании. А именно, вопросов нормативного обеспечения изысканий, оценки категорий сложности инженерно-геологических условий площадки строительства и риска возникновения опасных геологических процессов, требований к техническим заданиям на инженерно-геологические изыскания, программам их производства и отчетов о проделанной работе, чтение и анализ изыскательской документации, значение инженерно-геологического мониторинга. Особый акцент делается на изложении подходов к инженерно-геологическому обоснованию проектных решений, в том числе по системе инженерной защите строительных объектов от опасных геологических процессов, а также на оценке технико-экономической эффективности изысканий в строительстве в целом.

Строительство в настоящее время характеризуется увеличением количества технически сложных объектов, повышением уровня инженерно-геологического обоснования размещения, проектирования, строительства и эксплуатации объектов в сложных природных и природно-техногенных условиях для обеспечения безопасности населения и поддержания на должном уровне экологической обстановки на освоенных территориях. Это, в свою очередь, приводит к повышению уровня задач, решаемых «Инженерной геологией», и повышению уровня ответственности студентов и преподавателей при изучении дисциплины.

Литература

1. Дудлер И.В., Воронцов Е.А., Ляровский С.П. Подготовка специалистов строительного комплекса в области инженерной геологии. Журнал: Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. Научное издательство «Институт стратегических исследований» №2, июнь 2015

Ключевые слова:

инженерная геология; модернизация учебного процесса; Интернет - тестирования в сфере образования, повышения квалификации специалистов строительной отрасли

Keywords:

engineering Geology; modernization of the educational process; Internet test in the field of education , training construction industry specialists

Викторова Светлана Станиславовна, доцент кафедры «Строительные технологии, геотехника и экономика строительства» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова».

Viktorova Svetlana Stanislavovna, Associate Professor of "Construction technology, geotechnical engineering and construction Economics" Ulianov "Chuvash State University. IN Ulyanov", e-mail: strf@chuvsu.ru

Для цитирования:

Викторова С.С. Специфика преподавания дисциплины «инженерная геология» в непрофильном вузе / С.С. Викторова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 282 – 286.

Citation:

Viktorova S.S. Specifics of teaching the discipline "engineering geology" in non-core universities / S.S. Viktorova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 282 – 286.

УДК 624.15

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОГРУЖЕНИЯ НА НЕСУЩЮЮ СПОСОБНОСТЬ СВАЙ

В.Е. Глушков, А.В. Глушков

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация:

Представлены результаты статических испытаний свай. Сваи погружены на площадке строительства Казанской ТЭЦ-1 различными методами. Проведен анализ влияния метода погружения сваи на ее несущую способность. Статья предназначена для специалистов в области промышленного и гражданского строительства и инженерно-геотехников.

INFLUENCE OF THE SINKING METHOD ON THE PILE CAPACITY.

Annotation:

The results of the static pile tests are strongly considered. The piles are sunk by the differend methods on the building site of the Kazan Heat Station №1. A special attention is given to the analysis of the pile sinking method influence on pile capacity. This article seems to be interesting to those who work in the field of building construction and geotechnics engineering.

В настоящее время свайные фундаменты получили широкое распространение в промышленном строительстве, особенно в сложных инженерно-геологических условиях. Свайные фундаменты использовались при строительстве двух энергоблоков «Казанской ТЭЦ-1» общей мощностью 230 МВт, когда на фундамент передаются не только вертикальные, но и моментные, горизонтальные нагрузки и вибрационные нагрузки от оборудования. Достоверным методом оценки несущей способности свайных фундаментов от действия расчетных нагрузок являются непосредственные статические испытания свай в полевых условиях.

В соответствии с СП 22.13330, приложенные на свайный фундамент нагрузки должны не менее, чем на 20% превышать проектные значения.

Главный корпус проектируемой Казанской ЦЭЦ-1 состоит из турбинного отделения, котельного отделения, электротехнического

отделения. Уровень ответственности принят повышенный в соответствии с техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений.

Инженерно-геологические изыскания выполнены ООО «КазГИСИЗ» в 2015 г. В геоморфологическом отношении площадка изысканий расположена в пределах I надпойменной террасы левобережья р. Волга, на западном берегу озера Средний Кабан. В геологическом строении площадки изысканий принимают участие современные элювиальные и техногенные и верхнечетвертичные аллювиально-делювиальные отложения.

Сверху залегают насыпные грунты ИГЭ НС вскрыты во всех скважинах, характеризуются неоднородным составом и сложением, неравномерной плотностью и сжимаемостью. Мощность насыпных грунтов составляет 0,1-7,2 м. Насыпные грунты супесчаного, песчаного состава, с включением строительного мусора до 20-75%, битого красного кирпича, гальки до 45%, щебня 5-35%, песчано-гравийной смеси, с запахом нефтепродуктов и сероводорода.

Ниже залегают насыпные грунты ИГЭ НС1 мощностью 0,5-8,0 м. Насыпные грунты разнородные, суглинистые, с включением золы, сажи, угольной пыли, с включением строительного мусора до 25-40%, грунт маслянистый на ощупь.

Общая мощность толщи техногенных насыпных грунтов ИГЭ НС и НС1 составляет 0,1-10,8 м.

Под насыпным слоем встречен слой ИГЭ-6а песок мелкий, водонасыщенный, средней плотности ($\gamma=20,0$ кН/м³, $\varphi=33^\circ$, $C=2,4$ кПа, $E=26,0$ МПа), подстилаемый слоем ИГЭ-6а' песком мелким, водонасыщенным, плотным ($\gamma=20,5$ кН/м³, $\varphi=35^\circ$, $C=3,3$ кПа, $E=36,0$ МПа) (рис. 1).

Гидрогеологические условия площадки изысканий характеризуются развитием подземных вод типа «верховодка» и подземных вод основного водоносного горизонта. Подземные воды типа «верховодка» вскрыты на глубинах 0,5-3,6 м (абсолютные отметки 54,09-55,77 м). Питание и формирование «верховодки» происходит за счет утечек из водонесущих коммуникаций, инфильтрации поверхностных вод в сезон обильных дождей и снеготаяния, неурегулированности поверхностных стоков. Подземные воды основного водоносного горизонта вскрыты на глубинах 2,3-5,6 м (абсолютные отметки 51,42-55,55 м).

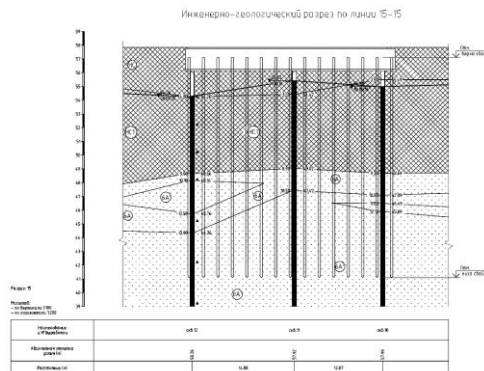


Рис. 1. Инженерно-геологический разрез площадки

В качестве фундаментов главного корпуса Казанской ТЭЦ-1 используются свайные фундаменты из призматических свай С130.40-13 в виде сплошного свайного поля (рис. 2). Сваи прорезают всю толщу насыпных грунтов, под острием свай залегает слой ИГЭ-6а, 6а' песок мелкий, средней плотности и плотный. По сваям выполняется монолитная железобетонная плита высотой $h=1,2$ м.

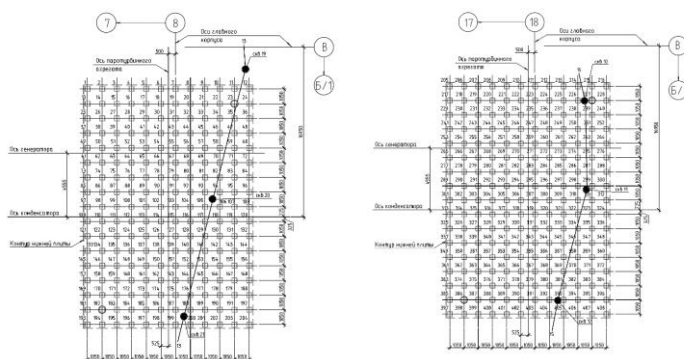


Рис. 2. Фрагмент свайного поля главного корпуса

Способ погружения свай должен быть увязан с грунтовыми условиями строительной площадки. Проектом предусмотрена технология вдавливания призматических свай с использованием сваевдавливательной установки СВУ с применением лидерных скважин диаметром $\varnothing 350$ мм, глубиной $L=10$ м.

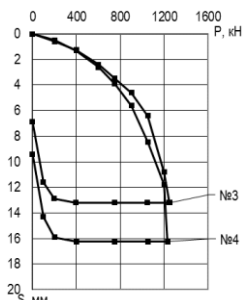
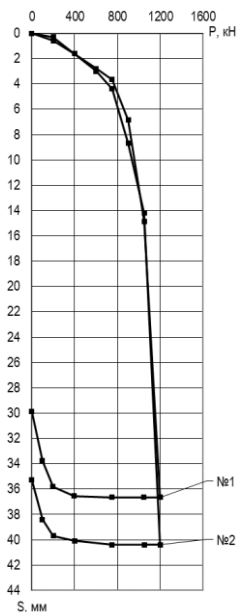


Рис. 4. График $S=f(P)$
статических испытаний
вдавливаемых свай
без лидерных скважин

Рис. 3. График $S=f(P)$
статических испытаний
вдавливаемых свай
с лидерными
скважинами

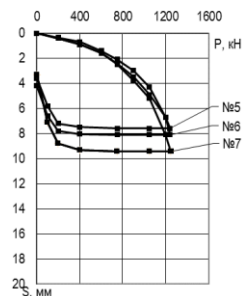


Рис. 5. График $S=f(P)$
статических испытаний
забивных свай

Необходимость вдавливания свай обусловлена тем, что в непосредственной близости от строящегося объекта расположена железная дорога.

Результаты статических испытаний опытных свай С130.40-13, приведенные на рис. 3, 4, 5 показывают, что зависимости $S=f(P)$ существенно зависят от способа и технологии погружения свай.

На рис. 3 представлены результаты испытаний опытных свай №1, №2 статической вдавливающей нагрузкой при использовании лидерных скважин $L=10$ м. После бурения лидерной скважины произошло запыление забоя в течение 0,5-1,0 часа. Опытные сваи №1, №2 были погружены в грунтовое основание вдавливанием на глубину 6,0-6,5 м. Ниже острия свай на глубину 3,5-4,0 м располагался разуплотненный грунт, это привело к значительным осадкам испытываемых свай. Несущая способность опытных свай составила $F_d=1080-1150$ кН.

На рис. 4 показаны результаты испытаний свай №3, №4, погруженных методом вдавливания без лидерных скважин. Глубина погружения свай составила 6 м. Под острием свай залегает слой ИГЭ-ба, ба' природного сложения. Несущая способность испытываемых свай $F_d=1230-1250$ кН.

Погружение опытных свай С130.40-13 №5-7 произведено гидромолотом марки РОПАТ МГ5ш с массой ударной части $m=5,4$ тн до проектной отметки. На рис. 5 изображены графики зависимости $S=f(P)$ опытных свай №5-7, забитых гидромолотом РОПАТ до проектных отметок без лидерных скважин. Несущая способность опытных свай $F_d=1250$ кН.

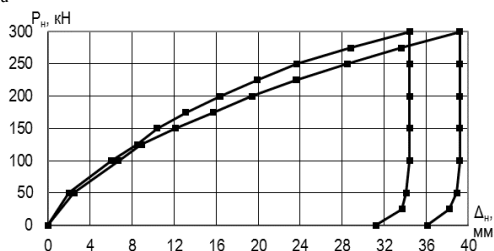


Рис. 6. График $\Delta_n=f(P_n)$ забивных свай горизонтальной статической нагрузкой

На рис. 6 приведены результаты испытаний забивных свай статической горизонтальной нагрузкой. Несущая способность

Особенность работы сваевдавливательной установки СВУ состоит в том, что если под острием залегает слой песка средней плотности и плотный (ИГЭ-6а, 6а'), установка не может задавить сваю до проектной отметки. Максимально острие сваи заходит в слой ИГЭ-6а, 6а' на величину 0,5-1,0 м. Часть свайного поля, примыкающего к существующей железной дороге, выполнена методом вдавливания. Остальная часть свайного поля, отстоящая на расстоянии более 30-40 м от железной дороги, погружается методом забивки с использованием гидромолота.

Для правильного прогнозирования совместной работы основания и свайного фундамента необходимо учитывать способ погружения свай. Результаты испытаний свай показывают, что технически возможным и экономически целесообразным является технология вдавливания свай сваевдавливательной установкой СВУ без применения лидерных скважин. Это позволяет существенно сократить стоимость устройства свайных фундаментов и сроки выполнения работ.

Литература

1. ГОСТ 5686-2012. Методы полевых испытаний сваями. М.: Стандартинформ. 2014.

2. Прогноз осадок свайных фундаментов / А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С. Юшков. М.: Стройиздат. 1994. 384 с.

3. Сваи и свайные фундаменты: конструкции, проектирование и технологии / Р.А. Мангушев, А.Л. Готман, В.В. Знаменский, А.Б. Пономарев. М.: АСВ. 2015. 311 с.

4. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. М.: Минрегион России. 2011.

Ключевые слова: несущая способность сваи, статические испытания, способ погружения сваи, забивка, вдавливание.

Key words: pile capacity, pile static test, sinking method, hammering, jacking.

Глушков Вячеслав Евгеньевич, канд. техн. наук, доцент каф. строительных конструкций и водоснабжения Поволжского ГТУ; e-mail: 256289@mail.ru.

Глушков Алексей Вячеславович, канд. техн. наук, ассистент каф. строительных конструкций и водоснабжения Поволжского ГТУ; e-mail: 256289@gmail.com.

Glushkov Vyacheslav Evgenyevich, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Chair of Construction Structures and Water Supply, Volga State University of Technology; e-mail: 256289@mail.ru.

Glushkov Alexey Vyasheslavovich, Candidate of Engineering Sciences, assistant at the Chair of Construction Structures and Water, Volga State University of Technology; e-mail: 256289@gmail.com.

Для цитирования:

Глушков В.Е. Влияние способа погружения на несущую способность свай/ В.Е. Глушков, А.В. Глушков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 287 – 292.

Citation:

Glushkov V.E. Influence of the sinking method on the pile capacity / V.E. Glushkov, A.V. Glushkov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 287 – 292.

УДК 624.15

К ВОПРОСУ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ.

А.Н. Мирошин, Д.А. Кондратова, В.М. Вайнштейн.

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия

Аннотация.

В статье рассмотрены результаты исследования влияния количества свай и их длины в одиночном ростверке на стоимость свайного фундамента.

THE QUESTION OF OPTIMUM DESIGN OF PILE FOUNDATIONS

Abstract

The article describes the results of the research that reveals the influence of the number of piles and their length in a single raft foundation on the cost of pile foundation.

Проектирование свайных фундаментов было и остается сложной задачей в силу различных причин. Не найти строительных площадок с одинаковыми инженерно-геологическими условиями залегания грунтов. Да и сами вроде одинаковые грунты имея много различных физико-механических характеристик к тому же изменяются с глубиной особенно при изменении влажности.

К этим проблемам сегодня добавляется многообразие типов и конструкций самих свай, которых насчитывается более ста. Приближаясь к реалиям промышленного и гражданского строительства, то проблема исследования несколько сужается. В силу того, что, как правило, различные слои залегают в верхней грунтовой толще, которая обычно прорезается сваями. То дальнейшее приращение несущей способности сваи идет в однородном грунте. Было принято исследовать проектирование свайного фундамента в однородном грунте.

Кроме того из всего многообразия типов и конструкций свай применяемых в гражданском и промышленном строительстве до 90% свай приходится на забивные сваи квадратного сечения. Поэтому в исследованиях остановились на них, как массово применяемых.

При таких условиях инженеру проектировщику нужно оптимально запроектировать ростверк под отдельную колонну. Можно

взять сваи длинные, но меньше количеством или взять свай большее количество, но их длину короче.

В качестве примера исследования был выбран химический цех с высотной частью в 10 этажей в г. Йошкар-Ола. Геологическая площадка сложена из двух слоёв: насыпного слоя и суглинка со сцеплением 0.18 кПа и углом внутреннего трения 18 градусов. Были рассмотрены сваи сечением 0.35×0.35 м и длиной 9м, 12м, 18м, 24м.

На рис 1 представлена расчетная схема по определению несущей способности свай.

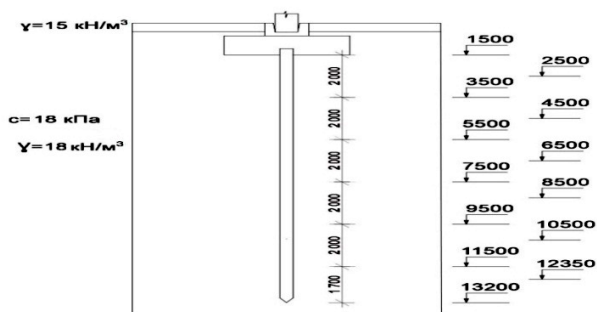


Рис 1. Расчетная схема фундамента.

В результате расчета получается: при длине сваи в 9м-11 штук свай, 12м-9 штук, 18м-8 штук, 24м-5 штук. На рис.2 отражена зависимость длины сваи и их количества.

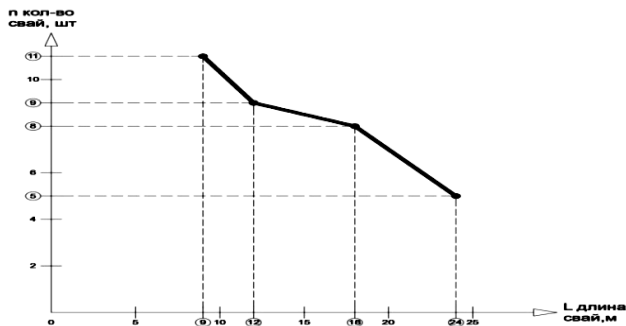


Рис 2. Влияние длины сваи на их количество.

Был произведен локальный сметный расчет для всех 4-х видов фундамента и ростверков. Расчет производится в программном

комплексе «Адепт». В заключение приводится график зависимости длин свай с учетом ростверка и стоимости их возведения при одной и той же технологии и механизмах. Полученные зависимости отражены на рис. 3.

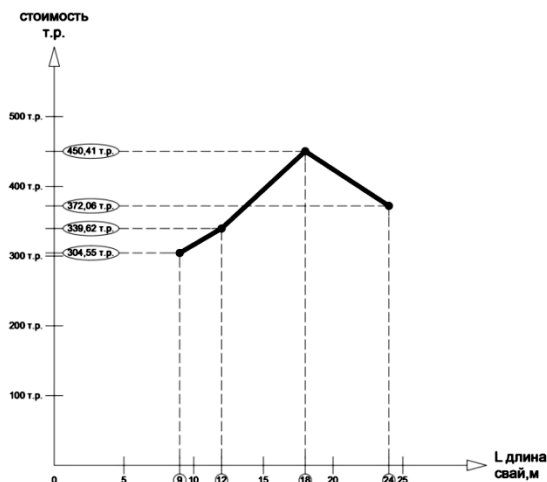


Рис. 3. Влияние длины свай на стоимость фундамента.

Полученные зависимости позволят проектировщикам оптимально проектировать свайные фундаменты.

Литература

1.СП 50-102-2003 Проектирование и устройство свайных фундаментов. М.,2004

Ключевые слова: свайные фундаменты, оптимальное проектирование.

Keywords: pile foundation, optimal design.

Мирошин А.Н., кандидат технических наук, доцент,

Кондратова Д.А., магистр,

Вайнштейн В.М., кандидат технических наук, доцент.

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», MiroshinAN@volgatech.net

Miroshin AN, candidate of technical sciences ,associate professor,

Kondratova DA, master,

VajnshtejnVM, candidate of technical sciences , assistant professor.
VPO "Volga State University of Technology»,
MiroshinAN@volgatech.net.

Для цитирования:

Мирошин А.Н. К вопросу оптимального проектирования свайных фундаментов / А.Н. Мирошин, Д.А. Кондратова, В.М. Вайнштейн // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 293 – 296.

Citation:

Miroshin A.N. The question of optimum design of pile foundations / A.N. Miroshin, D.A. Kondratova, V.M. Vajnshtejn // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 293 – 296.

УДК 550.83

КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ГОРНОГО МАССИВА НА 8-М ГОРИЗОНТЕ РУДНИКА
«ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНЫЙ» АК «АЛРОСА»

Ю.С. Погорелов, Ороско Перес Х.М.

НИУ «Белгородский государственный университет», Россия;
Aquaminer solutions, Колумбия

Аннотация

Применены георадар и дипольное профилирование для изучения разломных зон из кольцевого штрека на глубине 950 м, параметрические измерения электрического сопротивления в бортах и почве штрека. Насыщение рассолом снижает электрическое сопротивление горного массива на 2 порядка, что указывает на объемную трещиноватость, уменьшение которой отмечается в направлении к разломной зоне. Трещины отмечаются поглощением сигнала георадара и отрицательными аномалиями электропрофилеирования. Выявлены зоны тампонажа, увеличение трещиноватости с глубиной, не выходящие в пол трещины.

COMPLEX GEOELECTRIC RESEARCHES OF THE HILLS ON 8-
TH HORIZON OF MINE "INTERNATIONAL" JSC ALROSA

Abstract

Of 950 m, parametrical measurements of electric resistance in boards and ground drift are applied a georadar and dipolar profiling for studying breaking zones from ring drift on depth. Saturation by a brine reduces electric resistance of a hills on 2 order that specifies on volumetric fissuring which reduction is marked in a direction to breaking to a zone. Cracks are marked by absorption of a signal of a georadar and negative anomalies of electroprofiling. Zones cementation, increase fissuring with the depth, cracks not leaving in a floor are revealed.

Геофизические методы являются эффективным поставщиком информации о геологическом строении недр и эффективно используются при решении задач инженерной геологии, гидрогеологии и гидротехники, в том числе - для исследования состояния горного массива из подземных выработок [1 - 3].

На руднике «Интернациональный» АК «АЛРОСА» при проходке выработок 8-го горизонта были выявлены разломные зоны, являющиеся каналами флюидопроявлений (нефти, углеводородных газов, рассолов). Разломные зоны такого масштаба в ранее

проведенных в данном районе геофизических исследованиях не оценивались и не локализовывались в плане и в разрезе. В то же время они, как и каналы флюидопроявлений, несут существенную угрозу безопасности горного персонала при ведении горно-подготовительных и очистных работ на нижележащих горизонтах.

Основная задача проведенных геофизических исследований - оценить их идентификационные возможности для флюидоактивных разломов в рудном поле по измерениям из подземных выработок. Литологический разрез в данном интервале разреза (на глубине около 950 м) представлен доломитами, известняками доломитизированным и глинистым и галитом.

Высокий уровень микросейсм от рудоспуска и рудничного транспорта, а также сплошное бетонное покрытие пола выработки не позволили применить для решения поставленной задачи сейсмометод.

Параметрические замеры удельного электрического сопротивления горных пород выполнены на достаточном удалении от зоны влияния техногенных искажающих факторов и в существенно различных условиях: в зоне аэрации (в бортах ниш) и в зоне водонасыщения (в полу ниш).

По полученным данным удельное электрическое сопротивление горного массива в зоне аэрации (553...166 Ом) в 60...128 раз выше, чем в зоне водонасыщения (3,96...42,4 Ом). Это характеризует надежные физические предпосылки применения электроразведки для выявления разломных зон и изучения их морфологии в окружающем рудное тело горном массиве.

Отмечена также весьма значительная фоновая (объемная) микротрещиноватость горного массива – в пунктах, где удалось выполнить оба измерения (в борту и почве выработки), значения электрического сопротивления горного массива в зоне аэрации превышают измеренные в зоне водонасыщения, в среднем, почти на 2 порядка.

При этом величина объемно распределенной трещиноватости горного массива уменьшается в направлении сосредоточения «крупнотрещинной» локальной нарушенности – разломных зон. Эта закономерность может быть, в определенной мере, использована практически, как один из критериев при прогнозировании крупных водозаполненных разломных зон во впредизабойном пространстве при проходке горных выработок.

Как известно [3], причиной возникновения трещин в горном массиве является поле механических напряжений, которое в осадочных породах формируется под влиянием тектогенеза и

изменения объема пород, вызванного их уплотнением и химическим преобразованием. Общей закономерностью является концентрация напряжений в объемах более жестких пород, в которых обычно и происходит возникновение крупнотрещинных разрывов сплошности горного массива, сопровождающееся разгрузкой напряжений.

Подземные геоэлектрические исследования выполнены методом дипольной электропрофилирования (ДЭП) и георадарным методом (ГРМ) – на профиле, проходящем по длине кольцевого штрека.

Измерения методом ДЭП проведены с шагом 1 м, основной их объем – с разносом 5 м. На аномальных участках ДЭП выполнено дополнительно с разносом 12 м.

Измерения методом ГРМ выполнены с непрерывной регистрацией радарограммы на профиле при перемещении экранированного антенного блока на 250 МГц по полу выработки со скоростью около 2 км/час (медленным шагом).

Локальное повышение значений в интервале ПК20...ПК22 псевдореза ρ_k (рис. 1) коррелируется с отмеченной по данным геологической службы рассолосодержащей зоной интенсивной трещиноватости горного массива и отражает факт весьма качественного ее тампонажа (поскольку удельное электрическое сопротивление цементного камня значительно выше, чем у рассолов, вытесненных из трещин при проведении тампонажа). Остаточное проявление трещиноватости за счет электропроводности рассола на контакте горных пород с тампонажным цементным камнем отмечается небольшим локальным минимумом ρ_k на ПК21+4м.

Также почти не отмечается наличие рассола в первой (по порядку следования от зоны интенсивной трещиноватости) отдельной трещине (из отмеченных геологической службой рудника) на ПК22+3м, что характеризует приповерхностное ее расположение и весьма качественный тампонаж.

Однако вторая отдельная трещина отмечается интенсивной отрицательной аномалией ρ_k (с эпицентром на ПК24), что характеризует ее глубинное распространение и рассолонаполненность.

Третья и четвертая трещины отмечаются отрицательными аномалиями ρ_k меньшей интенсивности (с эпицентрами на ПК26+1м и ПК27+3м).

Однако вторая отдельная трещина отмечается интенсивной отрицательной аномалией ρ_k (с эпицентром на ПК24), что характеризует ее глубинное распространение и рассолонаполненность.

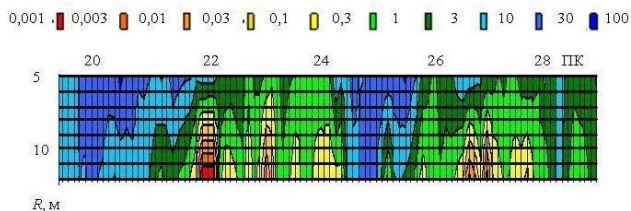


Рис. 1. – Фрагмент псевдоразреза ρ_k Горного массива по данным ДЭП: R, м – шкала разносов ДЭП (параметр глубины исследования); вверху – шкала ρ_k , Омм

Третья и четвертая трещины отмечаются отрицательными аномалиями ρ_k меньшей интенсивности (с эпицентрами на ПК26+1м и ПК27+3м).

Локальным минимумом ρ_k на ПК28+6м отмечается наличие в почве выработки рассолосодержащей трещины, не выходящей на поверхность и не отмеченной по данным геологической службы рудника.

На большем разnose (12 м) едва намечавшаяся аномалия ρ_k от затампированной зоны повышенной трещиноватости объединяется с аномалией от другой трещины в одну очень интенсивную аномалию с эпицентром на ПК22. Аномалия ρ_k от второй трещины проявляется на этой кривой в значительно меньшей мере, но между отмечавшимися аномалиями от первой и второй трещинами появляется еще одна довольно интенсивная аномалия на ПК23. Раздельно отмечавшиеся аномалии от третьей и четвертой трещин сливаются в одну довольно интенсивную и обширную аномалию на ПК26+7м.

В целом, общий характер указанных сравнительных отличий позволяет сделать вывод, что интенсивность макротрещиноватости в пределах исследованной разломной зоны с глубиной заметно возрастает. Этот вывод особенно хорошо иллюстрируется псевдоразрезом ρ_k (см. рис. 1), где по изолинии «3 Ом·м» отчетливо выделяется затампированная часть зоны интенсивной трещиноватости (ПК21...ПК22), уходящая вниз в направлении возрастания пикетажа и «вытесняющая» в приповерхностном интервале интенсивную зону пониженных значений ρ_k , отмечающуюся на ПК22.

Для получения информации о строении разреза на более глубинных интервалах (до 8 м от почвы штрека) построены кривые линейно-логарифмической экстраполяции псевдоразреза, на которых

уверенно отмечаются только два минимума (интерпретируемых как проявление рассолозаполненных трещин) – на ПК22 и ПК27+7м, что указывает на соответствующую глубинную локализацию трещиноватости в горном массиве.

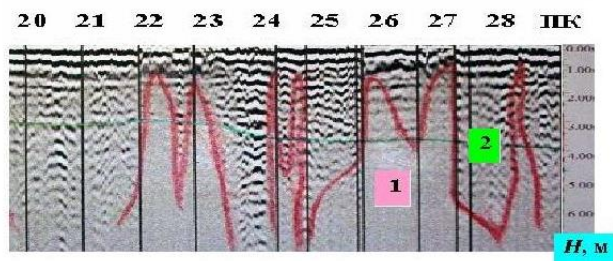


Рис. 2. – Фрагмент радарограммы с результатами интерпретации:
1 – трещиноватая рассолозаполненная зона (область полного поглощения сигнала); 2 – отражающая граница

На полученной радарограмме отмечается ряд субвертикальных областей полного поглощения сигнала (отсутствия отражений), а также субгоризонтальная отражающая граница (рис. 2).

Полное поглощение сигнала интерпретируется, как диффузное рассеяние зондирующего электромагнитного поля в водонаполненной трещиноватости горного массива (в соответствии с физическим принципом георадарного метода, регистрироваться могут только верхние и, отчасти, боковые границы таких зон, вследствие практически полного затухания зондирующего поля внутри самих зон).

Наиболее отчетливо отмечаются три зоны, приходящиеся на интервалы ПК22+1м...ПК23+8м, ПК26...ПК26+5м и ПК27...ПК27+7м. При этом в интервале ПК22+1м...ПК23+8м отмечается также наклон границы, расположенной по возрастанию пикетажа, в этом же направлении.

Субгоризонтальная отражающая граница отмечается на радарограмме в интервале условных глубин 3...4 м (см. рис. 2), при этом отчетливо заметен наклон этой границы по возрастанию пикетажа.

Сравнение полученных данных георадарного метода с данными геологической службы рудника о местоположении отмеченных тектонических нарушений (с учетом соответствующих изменений, внесенных выполнением тампонажа горного массива), показывает весьма представительную взаимную корреляцию этих данных – все отдельные трещины, зафиксированные геологической службой на ПК22+3м, на ПК24, на ПК26+2м и на ПК27+2м, отмечаются как субвертикальные области полного отсутствия отраженного сигнала на полученных радарограммах.

Неплохое соответствие отмечается также между данными ГРМ и данными ДЭП.

При этом методом ДЭП рассолонаполненные трещины отмечаются более уверенно и локально – отчетливые эпицентры соответствующих аномалий ДЭП фиксируются с точностью до 1 м; совпадение данных метода ДЭП с геологическими данными также более точное.

Кроме того, информация метода ДЭП выражается в численных значениях используемого геофизического параметра ρ_k , что дает возможность сравнительной оценки выделяемых аномалий, не только по их протяженности, но и по интенсивности. Метод ДЭП позволяет также определять конфигурацию выявленных аномальных зон в разрезе и на глубине - например, уменьшение мощности этих зон или полное замыкание (см. рис. 1), тогда как георадарный метод не позволяет получить такую информацию, вследствие полного поглощения зондирующего сигнала в верхней части насыщенных рассолами зон.

Однако по производительности георадарный метод превосходит ДЭП, как минимум, в несколько раз.

Две из отмеченных на радарограмме аномальных зон (ПК31+2м...ПК31+3м и ПК33) не находят своего подтверждения, ни по данным ДЭП, ни по геологическим данным - так проявляются трещины, начинающиеся на глубине горного массива и не выходящие в почву выработки.

Таким образом, исследованная разломная зона детально отмечается по геофизическим данным, характеризуется более обширными очертаниями, чем по геологическим данным, и имеет заметную тенденцию к увеличению с глубиной.

Литература

1. Богословский В. А., Горбачев Ю. И., Жигалин А. Д. Геофизика. М., Университет, 2007

2. Ляховицкий Ф. М., Хмелевской В. К., Яценко З. Г. Инженерная геофизика, М., Недра, 1989.
3. Огильви А. А. Основы инженерной геофизики. М., Недра, 1990.

Ключевые слова: горный массив; разломная зона; кольцевой штрек; трещиноватость; рассол; дипольное электропрофилирование; удельное электрическое сопротивление; аномалия; георадар; поглощение сигнала.

Key words: a hills; breaking zone; ring drift; fissuring; a brine; dipolar electrophilering; specific electric resistance; anomaly; a georadar; absorption of a signal.

Погорелов Юрий Сергеевич, доцент по кафедре геофизики, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры прикладной геологии и горного дела НИУ «Белгородский государственный университет», E-Mail: strojanalit@mail.ru

Ороско Перес Хоце Марко, гидрогеолог «Акваминэр решения», E-Mail: josrmarcoorozcoperez07@gmail.com

Pogorelov Jury Sergeevich, the senior lecturer on faculty of geophysics, the candidate of geology-mineralogical sciences, the senior lecturer of faculty of applied geology and mining NIU « the Belgorod state university », a-Mail: strojanalit@mail.ru

Orozco Pârez Josê Marco, Hidrogeologist «Aquaminer solutions», E-Mail: josrmarcoorozcoperez07@gmail.com

Для цитирования:

Погорелов Ю.С. Комплексные геоэлектрические исследования горного массива на 8-м горизонте рудника «Интернациональный» АК «Алроса» / Ю.С. Погорелов, Ороско Перес Х.М // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 297 – 303.

Citation:

Pogorelov Ju.S. Complex geoelectric researches of the hills on 8-th horizon of mine "International" jsc Alrosa/ Ju. S. Pogorelov, Orozco Pârez Josê Marco // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 297 – 303.
УДК 624154.54

ПОДХОДЫ К УВЕЛИЧЕНИЮ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ УСИЛЕНИЯ.

Н.С. Соколов

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени

И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Аннотация

Буроинъекционные сваи широко используются в геотехническом строительстве. Как правило, они изготавливаются из мелкозернистого песка крупностью не более 2,0. Особенно остро стоит проблема увеличения их несущей способности F_d при капитальном ремонте, реконструкции и увеличении нагрузок на фундаменты зданий и сооружений. В качестве основного подхода можно отнести выполнение мероприятия по уменьшению гибкости сваи благодаря устройству промежуточных опор вдоль ее длины. В качестве технологий, способствующих увеличению F_d рассмотрены:

- 1) электроразрядные технологии устройства буроинъекционных свай;
- 2) электрохимический метод устройства свай;
- 3) механический способ устройства буроинъекционных и буронабивных свай с помощью механических усилителей.

APPROACHES TO INCREASE THE CARRYING CAPACITY CFA PILES GAIN

Abstract

CFA piles are widely used in geotechnical engineering. Typically, they are made of fine sand with grain size of not more than 2.0. Particularly acute is the problem of increasing their bearing capacity F_d during overhaul, reconstruction and increasing loads on the foundations of buildings and structures. As a basic approach include the implementation of measures to reduce the flexibility of the pile thanks to a device intermediate supports along its length. As technologies contributing to increase F_d considered:

- 1) electric-technology devices CFA piles;
- 2) electrochemical device pile method;
- 3) mechanical method and device CFA bored piles with mechanical wideners.

В настоящее время все большую потребность вызывает такая область геотехнического строительства как усиление фундаментов. Эти работы необходимо производить при: увеличении нагрузок на фундаменты; неравномерных осадках зданий и сооружений; понижении полов подвалов; внутриквартальной застройке, если

существующие здания находятся в зоне риска; превентивном усилении зданий вдоль трасс, реконструируемых или вновь создаваемых коллекторов.

Одним из вариантов решения указанных задач являются мероприятия по повышению несущих свойств грунтов оснований фундаментов (смолизация, силикатизация и т.п.), однако применение этих технологий весьма ограничено по требованиям экологической безопасности и эффективности.

Крайне интересным вариантом представляется устройство микросвай с высокой несущей способностью.

Наиболее эффективным способом усиления оснований фундаментов зданий считается устройство буровых свай усиления (БСУ). Во многих случаях в настоящее время альтернативы им просто нет (с. 183 [1]). Основным видом БСУ в настоящее время являются буроинъекционные сваи. Процесс изготовления таких свай включает в себя: 1 - бурение скважины; 2 - заполнение скважины твердеющим раствором; 3 - установка армокаркаса; 4 - опрессовка скважины давлением 2 – 4 атм.

При этом при всех достоинствах буроинъекционных свай им присущи многие недостатки (с.182 [1]).

К наиболее существенным следует отнести:

а) значительные технологические осадки (осадки, связанные со способом бурения скважины).

Здесь следует отметить, что основными способами бурения скважин для устройства буроинъекционных свай в настоящее время являются бурение под защитой глинистого раствора и шнековое бурение.

Бурение под защитой глинистого раствора представляется малоперспективным в связи со сложностью, а часто и невозможностью устройства зумпфов (например, в условиях подвалов), проблемами с утилизацией отработанного бурового раствора, низкой несущей способностью в связи с тем, что глинистая корка на стенках скважины не позволяет обеспечить надежный контакт боковой поверхности свай с грунтом и т.п.

Недостатком шнекового бурения является большой объем бурового шлама, остающегося на забое скважины. Это связано с конструкцией шнекового долота (породоразрушающие элементы находятся на расстоянии 10 – 15 см от породоудаляющих). Кроме того, при шнековом бурении происходит существенное ослабление несущих свойств грунта, не восстанавливающихся со временем

(с. 123,124 [2]). Веса твердеющего раствора (при диаметре скважины 200 мм и длине 20 м вес инъецированного раствора составляет 12÷15 кН) и давления опрессовки недостаточно для качественного уплотнения шлама и восстановления физико-механических характеристик грунта на забое скважины в первоначальное состояние, что и влечет за собой технологические осадки.

б) низкая несущая способность (НС) буроинъекционных свай, в связи с их малым диаметром и, соответственно, малой боковой поверхностью и площадью опирания пяты свай.

Здесь следует отметить, что рассмотрение перспектив увеличения несущей способности свай усиления следует оценивать с точки зрения возможностей буровой техники, позволяющей изготовление таких свай в стесненных условиях (в том числе, из подвалов существующих зданий). Это накладывает жесткие ограничения на геометрические параметры буровой техники (высота в рабочем положении не более 2,5 м) и, как следствие, на их мощностные характеристики.

За рубежом в качестве материала сваи применяют цементные растворы (технологии «Titan», «Soilex»). Отечественные геотехники не рекомендуют использовать в качестве конструктивного материала чистоцементные растворы ([3], п.3.8 [4], стр. 189 [1]). В настоящей публикации рассматриваются перспективы разработки и внедрения геотехнологий, позволяющих изготавливать БСУ повышенными значениями (по сравнению с буроинъекционными сваями) несущей способности с минимальными технологическими осадками.

Наиболее перспективными в этом направлении являются технологии, позволяющие увеличивать контролируемые параметры БСУ (площадь опирания и боковой поверхности) с одновременной минимизацией величин технологических осадок.

К указанным технологиям относятся:

1. Электроразрядные технологии (РИТ, ЭРСТ, ЭРГТ, ФОРСТ, НИИОСП).
2. Технологии изготовления набивных буровых свай усиления (БСУ).
3. Технологии изготовления свай с множественными уширениями.

Ниже в разделах 1,2,3 рассмотрены технологии позволяющие увеличивать несущую способность буровых свай по грунту.

1. Сваи, выполняемые по электроразрядным технологиям (РИТ, ЭРСТ, ФОРСТ, ЭРГТ, НИИОСП).

При изготовлении свай по электроразрядным технологиям (ЭРТ), создаются уширения на пяте и боковой поверхности сваи. Одновременно уплотняется грунт, примыкающий к свае. Вышесказанное влечет за собой существенное увеличение несущей способности БСУ. Высокая несущая способность сваи ЭРТ объясняется контролируемым увеличением площади опирания сваи и созданием зоны уплотнения грунтов под пятой сваи, как у забивной сваи с диаметром низа равным фактическому диаметру уширения. Применение ЭРТ позволяет качественно уплотнить буровой шлам на забое скважины, сводя к минимуму технологические осадки.

Высказывается мнение, что технология ЭРТ неэффективна и, даже, более того, вредна с точки зрения динамического воздействия на окружающие здания и сооружения.

При этом не говорится, что на сегодняшний день изготовлены сотни тысяч свай ЭРТ в России, Германии Южной Кореи. В Москве, Санкт-Петербурге, Чебоксарах и др. городах успешно выполнено несколько сотен объектов. Проведенные статические испытания свай на конкретных объектах показали значительную эффективность ЭРТ.

Что касается динамического воздействия на окружающие здания и сооружения, к сожалению, не указывается, о какой из областей применения ЭРТ говорится. Ведь ЭРТ применяется при:

- укреплении стен и фундаментов зданий (в этом случае энергия разряда составляет 2-4 кДж);
- устройстве свай и грунтовых анкеров (энергия разряда в зависимости от диаметра сваи, ее длины и инженерно – геологических условий варьируется от 5 до 80 кДж);
- цементации оснований фундаментов, склонов.

Также нигде нет ссылок на конкретный отчет, документально подтверждающий факт чрезмерного динамического воздействия. Специалистами МГУ, фирмы «РИТА», НПФ «ФОРСТ» доказано, что электрический разряд с энергией 60 кДж (что значительно выше, чем фактически применяемые энергии) при заглублении излучателя более 4 м безопасен для окружающих зданий и сооружений. Кроме того, проведенные в Санкт-Петербурге в 2005 году исследования подтвердили абсолютную сейсмобезопасность применения данной технологии на конкретном объекте [5].

К недостаткам ЭРТ можно отнести небольшое (до 20 % [6]) по сравнению с буроинъекционными сваями повышение несущей способности сваи по боковой поверхности. Так, анализ результатов испытаний свай различных типов позволяет сделать вывод, что при нагружении сваи до момента ее срыва по боковой поверхности

основной вклад в несущую способность сваи ЭРТ вносит несущая способность сваи по пяте.

2. Изготовление набивных буровых свай усиления.

Технология устройства набивных свай малого диаметра весьма перспективна и позволяет существенно увеличивать несущую способность свай. Так, по данным Р.А. Мангушева и А.И. Осокина несущая способность набивной сваи по боковой поверхности на 30 %, а по пяте на 70 % больше несущей способности свай, выполненных по традиционным технологиям (с.69 [7]).

Высокая несущая способность набивных свай подтверждается результатами исследований к.т.н. Багдасарова Ю.А. (НИИ оснований и подземных сооружений) табл.1 [7].

К очевидным достоинствам набивных свай усиления следует отнести отсутствие технологических осадок (грунт не разрушается, а раздвигается в радиальном направлении).

Особо следует отметить, что изготовление таких свай осуществляется без выноса грунта, что крайне важно в условиях ограниченности строительной площадки и, особенно, при работе в подвалах.

Устройство набивных свай может осуществляться раскаткой предварительно пробуренной скважины меньшего диаметра.

Для этого можно использовать раскатчики с цилиндрическими и коническими вращающимися катками, предназначенными для работы в подземных коммуникациях. Эти раскатчики показали свою эффективность при устройстве свай в предварительно пробуренных скважинах малого диаметра (есть успешный опыт работы по изготовлению таких свай на ряде объектов).

Однако двойная проходка скважины делает этот процесс слишком длительным и экономически невыгодным.

Изготовление свай усиления по технологии DDS (технология уплотнения с помощью раскатчиков) в ее классическом виде представляется маловероятным по следующим причинам:

1) слишком большие затраты на преодоление сил трения инвентарных труб.

К тому же, спуско-подъемные операции (особенно в подвалах) делает этот процесс неконкурентоспособным по сравнению с другими технологиями изготовления свай в связи с его большой многодельностью.

Снижения энергетических затрат можно добиться отказавшись от применения обсадной колонны. Буровая колонна должна состоять из стандартных буровых штанг диаметром 89 мм с отдельными шнековыми секторами левой навивки. При этом, подача твердеющего материала осуществляется вслед за раскатчиком, принудительно внедряя твердеющий материал в стенки скважины, создавая избыточное давление в зонах слабых грунтов. Плотность твердеющего раствора обязательно должна быть не менее $2,2 \text{ т/м}^3$ для обеспечения устойчивости стенок скважины. Форма буровой штанги обеспечивает принудительное внедрение твердеющего материала в стенки скважины (так называемая динамическая цементация), создавая уширения в зонах слабого грунта и образуя массив процемментированного и уплотненного грунта вокруг ствола скважины, одновременно предотвращая преждевременную гидратацию твердеющего раствора.

2) чрезмерные для существующих станков энергетические затраты на раздвижку грунта.

Существующие типы раскатчиков "Bauer" "Soilmec" и т.п. [7] предназначены для устройства набивных свай большого диаметра на открытом пространстве, для чего используется мощные буровые установки. Вышеуказанные ограничения на малогабаритные буровые станки не позволяют использовать подобные раскатывающие устройства для изготовления БСУ.

Таким образом, для реализации данной технологии необходима разработка конструкции раскатчика, позволяющего совершать работу по раздвижке грунта при минимальных энергетических затратах.

Во время работы существующие раскатчики не столько разрушают породу, сколько раздвигают ее, уплотняя грунт в околоскважинном пространстве. Такой способ проходки скважин имеет определенные недостатки, в частности, реализация его требует высокого крутящего момента, не достижимого для существующих малогабаритных буровых станков. Для того, чтобы снизить крутящий момент и снизить объем шлама, остающегося на забое (максимально уменьшить технологические осадки), существует только один способ – сочетать разрушение и срезание породы на забое скважины.

3. Изготовление буроньекционных свай с множественными уширениями.

Сваи с множественными уширениями (СМУ) применяются давно. Опыт использования таких свай есть в России, Индии, ФРГ,

Великобритании, Японии, СССР. Конструкция такой сваи представляет собой буровую сваю с уширением на пяте. Выше этого уширения в зависимости от типа инженерно-геологических условий и требуемой несущей способности сваи выполняются дополнительные уширения.

Практика изготовления таких свай показала их высокую эффективность. Несущая способность свай с одним уширением в 2,0 – 2,5 раза, а с двумя – в 3,0 – 3,5 раза выше, чем у свай, выполненных без уширений [8÷16].

Очень серьезные исследования (как лабораторные, так и натурные) под руководством А.Н.Тетиора проводились специалистами лаборатории оснований и фундаментов Уральского института «Промстройинвестпроект» [17]. В результате производства этих работ доказана эффективность применения таких свай (так, если несущую способность свай без уширений принять за 100 %, НС свай с одним уширением составляет 175 %, а свай с двумя уширениями – 375 %) [17], показана работа каждого уширения при нагружении сваи. Следует отметить, что буровые сваи усиления являются висячими сваями.

При устройстве свай с многоместными уширениями несущая способность сваи по боковой поверхности представляет собой сумму несущих способностей под каждым из уширений. При этом наиболее значимым параметром для их определения является R (расчетное сопротивление грунта под уширением).

Несущие свойства грунтов под каждым из уширений R (расчетное сопротивление грунта под уширением) в десятки раз выше сопротивления тех же грунтов по боковой поверхности сваи f_i (расчетное сопротивление i -го слоя грунта по боковой поверхности сваи), определяющих величину несущей способности по боковой поверхности сваи без уширений.

При этом в однородных грунтах рекомендуется выполнять уширения с шагом, равным 2,5 диаметрам уширения во избежание наложения зон деформации грунтов. В условиях слабых и перемежающихся грунтов наиболее эффективно выполнять уширения на границе слабых и плотных грунтов для обеспечения опирания уширения на плотный грунт.

Следует обратить внимание на тот факт, что с точки зрения технологичности изготовления БСУ с многоместными уширениями использование механических уширителей неэффективно. Применение оборудования для изготовления таких свай усиления за один проход бурового става (например, свай системы ЦНИИС) невозможно

вследствие ограниченных энергетических характеристик буровых станков. Устройство свай в несколько этапов (бурение скважины, устройство уширений) экономически невыгодно из-за многодельности операций и большой длительности процесса (особенно в условиях работы в подвалах).

Кроме того, при очевидных преимуществах указанной технологии ее реализация при применении механических уширителей влечет собой ряд недостатков:

- 1) сложность устройства уширений в неустойчивых грунтах;
- 2) невозможность качественной очистки (даже при применении ковшовых буров) зон уширений от шлама, что влечет за собой значительные технологические осадки;
- 3) разуплотнение грунтов, вызывающее ослабление их несущих свойств под каждым уширением.

Самой серьезной проблемой при применении механических уширителей является неопределенность мест разработки уширений по боковой поверхности при устройстве свай в перемежающихся грунтах. Это связано с тем, что даже при проведении изысканий по самым жестким требованиям нормативных документов (здание I уровня ответственности и третьей категории грунтовых условий) сетка по бурению изыскательских скважин составляет 20 x 20 м. Опыт работы показывает, что на расстоянии нескольких метров инженерно – геологические условия могут существенно различаться (встречаться линзы слабых грунтов, изменяться высотные отметки кровли и подошвы инженерно-геологических элементов и т.д.). При ошибке в месте устройства уширения эффективность этой технологии сводится к нулю. Геологический разрез на конкретной скважине опытный бурильщик может примерно оценить по параметрам работы бурового станка и скорости углубки. Но для принятия решения о месте положения конкретного уширения этой информации недостаточно.

С учетом вышесказанного предлагается устройство буровых свай усиления по технологии, сочетающей достоинства свай с многоместными уширениями и свай, выполненных по электроразрядным технологиям.

Достоинствами такого способа являются:

- 1) возможность устройства свай существующими буровыми станками (в том числе и отечественными);
- 2) простота выполнения (добавляется одна легковыполняемая операция);
- 3) возможность точного определения места устройства уширения (по уходу бетонной смеси);

- 4) устройство необходимого количества уширений по длине сваи;
- 5) минимизация технологических осадок;
- 6) максимальная по сравнению с любыми другими технологиями устройства буровых свай усиления несущая способность сваи.

Предлагаемый способ устройства БСУ отличается от активно применяемой технологии ЭРТ.

Несущая способность свай ЭРТ по грунту рассчитывается как сумма несущей способности по пяте и несущей способности по боковой поверхности сваи. Если с несущей способностью по пяте все ясно (пята при обеих технологиях выполняется одинаково), то анализ рекомендаций по изготовлению свай с применением разрядно-импульсных технологий и методики их расчета позволяет сделать следующий вывод: при изготовлении свай ЭРТ разрядно-импульсную обработку боковой поверхности сваи следует производить с шагом 0,3 – 0,5 м в песках и 0,75 – 1,0 м в связных грунтах (п.9. [18]) независимо от физико-механических характеристик. При этом происходит увеличение периметра боковой поверхности сваи в местах разрядно-импульсной обработки и улучшаются условия работы грунта (учитывается коэффициентом γ_{cf} [3]). Свая имеет «гантелеобразную» форму. В этих условиях увеличение несущей способности сваи по боковой поверхности (величину расчетного сопротивления i -го слоя грунта по боковой поверхности сваи f_i следует принимать по табл. 73 [3] по сравнению с другими технологиями устройства БСУ при этом незначительно, а в условиях слабых и перемежающихся грунтов, наиболее характерных для Санкт-Петербурга и других регионов со слабыми грунтами, разрядно-импульсная обработка боковой поверхности сваи по технологии ЭРТ может быть просто не эффективна.

Если же выполнять сваи по предлагаемой технологии, где уширения работают как дополнительные опоры, при обеспечении заданных в таб.2.3 [18] коэффициентов уширений, то, при расчете несущей способности сваи по боковой поверхности величину расчетного сопротивления грунта под уширением R следует принимать по табл. 7.2. [3]. В условиях перемежающихся грунтов устройство уширений осуществляется в слабых грунтах (при этом обеспечивается максимальная площадь опирания) над кровлей плотных грунтов, что обеспечивает большую по сравнению с технологией ЭРТ несущую способность сваи, при одновременном сокращении расхода материалов и трудозатрат.

Выводы.

1. В настоящее время крайне востребованной является разработка технологий изготовления буровых свай усиления повышенной несущей способности с одновременной минимизацией технологических осадок свай.

2. Наиболее перспективными в сложных инженерно-геологических условиях являются сваи с множественными уширениями, при этом, уширения выполняются по электроразрядной технологии.

3. Основными достоинствами этой технологии являются:

- обеспечение такого уплотнения грунта, при котором СМУ работает как забивная свая;

- определения точного места устройства уширений каждой сваи, что необходимо при устройстве свай в условиях перемежающихся грунтов;

- минимизация технологических осадок.

4. Указанная технология реализуется существующими маломощными буровыми станками, предназначенными для работы в условиях подвалов.

5. Технология устройства СМУ по ЭРТ позволяет существенно снизить стоимость тонны несущей способности свай.

Литература

1. Улицкий В.М. «Геотехническое сопровождение реконструкции городов» -М.:АСВ,1999.-327с.

2. Богов С.Г. «Проблемы устройства свайных оснований в городской застройке в условиях слабых грунтов Санкт-Петербурга», Internet: www.geotec.spb.ru.

3. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты.

4. «Рекомендации по применению буроинъекционных свай», М.; НИИОСП, 2001 г.

5. «Выбор сейсмобезопасных режимов работ, обеспечивающих сохранность окружающей застройки при производстве свай ЭРТ по адресу: Санкт-Петербург, ул. Смольного, д.4», ЗАО «Геореконструкция - Фундаментпроект», 2005 г.

6. Рытов С.А. «Устройство буроинъекционных свай с применением электроразрядной технологии в различных грунтовых условиях», диссертация на соискание ученой степени к.т.н., М. 2009.

7. Современные свайные технологии: Учебное пособие/ Р.А. Мангушев, А.В. Ершов, А.И. Осокин; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 240 с.

8. Способ изготовления набивной сваи (патент РФ № 2278212), Улицкий В. М., Рябинов В. М., Андреев А. В.

9. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об одном методе расчета несущей способности буроинъекционных свай-ЭРТ. // «ОФимГ». – 2015. – №1. С. 10-13.

10. Соколов Н.С. Метод расчета несущей способности буроинъекционных свай-РИТ с учетом «подпятников» // Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2014) - 2014. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета. С. 407-411.

11. Соколов Н.С., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Случай восстановления аварийного памятника истории и культуры федерального значения в г. Чебоксары // Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2014). - 2014. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета. С. 328 – 335.

12. Соколов Н.С., Викторова С.С., Федорова Т.Г. Сваи повышенной несущей способности // Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2014). - 2014. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета. С. 411-415.

13. Соколов Н.С., Петров М.В., Иванов В.А. Проблемы расчета буроинъекционных свай, изготовленных с использованием разрядно-импульсной технологии // Материалы 8-й Всероссийской (2-й Международной) конференции “Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции” (НАСКР-2014). - 2014. г. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета. С. 415–420.

14. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Об эффективности устройства буроинъекционных свай с многоместными уширениями с использованием электроразрядной технологии // Геотехника.2016.№ 2.

15. Авторы: Соколов Н.С., Джантимиров Х.А., Кузьмин М.В., Соколов С.Н., Соколов А.Н. Патент на изобретение. Полезная модель. Устройство для камуфлетного уширения набивной конструкции в грунте. // Бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности. 2016.

16. Соколов Н.С., Рябинов В.М. Особенности устройства и расчета буроинъекционных свай с многоместными уширениями. // Геотехника. №3.

17. Тетиор А.Н. Прогрессивные контрукции фундаментов для Урала и Тюменской области. – Средне-Уральское книжное изд., Свердловск, 1971.

18. ТР 50-180-06 Технические рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов, выполняемых с использованием разрядно-импульсной технологии для зданий повышенной этажности (сваи-РИТ).

Ключевые слова: Буроинъекционная свая, буровые сваи усиления (БСУ), мелкозернистый бетон, электроразрядная технология (ЭРТ), электрохимическое уширение (ЭХУ), механическое уширение (МУ), слабые грунты.

Keywords: CFA piles, bored piles gain (BSU), fine-grained concrete, electric discharge technology (EFV), electrochemical broadening (echo), mechanical broadening (MU), weak soils.

Соколов Николай Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, член РОМГГиФ, декан строительного факультета Чувашского государственного университета имени И.Н. Ульянова, директор геотехнической организации ООО НПФ «ФОРСТ».

Sokolov Nikolay S., Ph.D., Associate Professor, Member ROMG-hyphae, Dean of Civil Engineering Faculty of the Chuvash State University named after IN Ulyanov, Director of Geotechnical organization NPF "FORST", e-mail: strf@chuvsu.ru

Для цитирования:

Соколов Н.С. Подходы к увеличению несущей способности буроинъекционных свай усиления / Н.С. Соколов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 304 – 315.

Citation:

Sokolov N.S. Approaches to increase the carrying capacity cfa piles gain / N.S. Sokolov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 304 – 315.

УДК 624.131.7

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ КОМПРЕССИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ГРУНТОВ ДЛЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Е.С. Утепов, А.К. Муқанов, А.Е. Беспәев, А.Н. Сембеков,
А.М. Муқужанов

Қарағандық Ұлттық техникалық университет,
г. Қарағанды, Қазақстан

Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,
г. Астана, Қазақстан

Аннотация

Рассмотрены недостатки существующих методик по проведению компрессионных испытаний и использованию их результатов для расчета осадок фундаментов. На основе новой расчетной схемы, базирующейся на идее сжатия грунта под действием наибольших главных нормальных напряжений, формирующих активную зону основания, предложена универсальная методика определения дополнительной осадки оснований надстраиваемых зданий с использованием результатов компрессионных испытаний.

ABOUT ACTUAL COMPRESSION TESTING OF GROUND FOR GEOTECHNICAL DESIGN

Abstract

The article describes main disadvantages of existing standards and building codes for the compression test methods and describes their used results to calculate the soil sediment bases of designed foundations. On the basis of applying a fundamentally new calculation scheme based on the idea of volume compression of soil under the influence of the main normal stresses, which form the actual deformable ground area was proposed a universal methods of using compression test results for the design of buildings.

Практикой инженерно-геологических изысканий признаны в качестве одного из основных методов оценки деформативных свойств грунтов – компрессионные испытания. Это объясняется не только простотой, низкой трудоемкостью и стоимостью проводимых опытов, но и главным образом тем, что компрессионное сжатие образцов достаточно близко моделирует работу грунта в основании реальных зданий и сооружений. Компрессионная зависимость отражает одну из

законов пористости дисперсных тел и применяется для решения основной задачи механики грунтов.

Согласно действующим строительным нормам проектирование зданий и сооружений в условиях структурно-неустойчивых грунтах (набухающих, просадочных, засоленных) ведется с использованием результатов компрессионных испытаний. Нормы также рекомендуют при проектировании фундаментов на обычных грунтах для определения их осадки использовать компрессионный модуль с повышающим коэффициентом [1, 2].

Однако при использовании результатов компрессионных опытов в качестве исходных данных для проектирования фундаментов до настоящего времени существует ряд проблем, связанный с несовершенством методики действующих стандартов по порядку проведения таких опытов и обработке их результатов, а также строительных норм по расчету осадок грунтовых оснований [1, 2, 3, 4]. На наш взгляд, это объясняется не соответствием расчетных схем работы грунта, принятых при компрессионном испытании образцов и расчете осадок основания проектируемого фундамента.

Основные недостатки методики действующих стандартов по порядку проведения компрессионных испытаний и обработке их результатов заключаются в следующем.

1. Нагружение образцов слишком большими ступенями давления приводит к искажению фактического закона уплотнения исследуемого грунта и в результате такого неблагоприятного режима нагружения исследуемых образцов вместо компрессионной кривой получают ломанную линию или иную закономерность, если грунт представлен чрезмерно слабым, тиксотропным.

2. В ходе обработки результатов компрессионных испытаний модуль общей деформации E_k определяется не независимо от напряженного состояния грунта основания как величина постоянная, условно для участка компрессионной кривой с заданным (общепринятым) диапазоном уплотняющих нагрузок p_1 и p_2 . Таким образом, на этом участке E_k определяется с учетом только одного фактора – угла наклона α секущей линии, отличающейся от действительной закономерности (компрессионной кривой), установленной опытным путем и не независимо от величин коэффициента пористости e грунта и характера изменения этого важного показателя.

Наши исследования показали, что при таком подходе к обработке результатов компрессионных опытов допускается грубое искажение действительного закона уплотнения исследуемого грунта [5, 6].

Общепринятое при изысканиях спрямление компрессионной кривой на участке уплотняющих нагрузок p_1 и p_2 приводит к существенным погрешностям, в частности, для супеси в мягкопластичном состоянии, к уменьшению осадки фундамента на 28 %, а деформации основания в пределах его активной зоны от 20 % до 51 %. При использовании существующей методики (путем спрямления кривых) для суглинка с характеристиками $e=0,61$; $W=7,4$ по результатам компрессионных испытаний образца, отобранного на глубине 2,5 м изыскателями получено: для грунта при естественной влажности $E_{есм}=5,4$ МПа; для грунта в водонасыщенном состоянии $E_w=5,5$ МПа. При этом коэффициент изменчивости модуля деформации грунта с учетом фактора обводнения составил $K_w = E_{есм}/E_w = 5,4/5,5 = 0,97 < 1$, что не соответствует действительности. Оказалось, что увлажнение грунта основания практически не влияет на сжимаемость (качество) глинистого грунта. Причина ошибки - модули деформации определялись с учетом только угла наклона секущей линии α не зависимо от величин коэффициента пористости грунта, находящегося в различных состояниях.

3. Кроме того к большим погрешностям при расчете деформаций оснований приводят "производные" характеристики сжимаемости (m_0 , m_v , E_k) исследуемого грунта, получаемые применением множества вычислений на основе принятого ряда допущений. Таким образом, получаемые на начальном этапе опытным путем исходная достоверная компрессионная зависимость $e_i = f(p_i)$, отражающая действительный закон уплотнения реального грунта на конечном этапе, входит в расчет со значительным искажением в виде "производных" характеристик: m_0 , m_v , E_k .

Основные недостатки методики действующих строительных норм по расчету осадок грунтовых оснований проектируемых фундаментов при использовании результатов компрессионных испытаний заключаются в следующем.

1. Существующие методы расчета осадок, базирующиеся на теории линейно деформируемых тел, не приемлемы для оценки фактических размеров уплотненной зоны основания, так как согласно исходным предпосылкам используемой теории они предназначены для расчета условного, идеализированного грунта основания, поэтому их результаты дают, как правило, весьма завышенные значения, более, чем в 1,5...2,5 раза [7]. В то же время, как показывают эксперименты, решения данной теории позволяют прогнозировать фактическое напряженное состояние реальных грунтовых оснований с расхождением менее 20 % [8].

2. Одним из главных недостатков существующих методов расчета осадок также является неопределенность в выборе характеристик сжимаемости грунта основания, а именно использование повышающего коэффициента $m_k = 2 \dots 6$ в интервале давлений на основание p_1 и p_2 для перехода от компрессионного модуля (E_k) к штамповому модулю (E_s), что существенно снижает достоверность результатов выполняемых расчетов [1, 2].

3. Расчетные схемы методов определения осадок строительных норм [1, 2] в виде линейно-деформируемого полупространства (метод послойного суммирования) и линейно-деформируемого слоя конечной толщины (метод линейно-деформируемого слоя) не соответствуют механической схеме испытания образца в компрессионном приборе. В одометре грунт сжимается в условиях компрессии, без возможности бокового расширения в замкнутом пространстве. Поэтому многие исследователи считают, что штамповые (полевые) опыты более близко подходят расчетным схемам существующих методов определения осадок, этим объясняется переход от компрессионного модуля (E_k) к штамповому модулю (E_s) при определении осадок основания проектируемого фундамента.

В то же время, если устранить отмеченные недостатки методик существующих строительных норм и стандартов, то с успехом можно использовать результаты компрессионных испытаний при решении многих сложных задач геотехнического проектирования, значительно упрощая их решение. Для этого нужно гармонизировать расчетные схемы работы (деформирования) грунта в компрессионном приборе и в основании проектируемого фундамента.

Нами на основе обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований механизма взаимодействия фундамента с грунтовым основанием предложена принципиально новая расчетная модель, базирующаяся на идее объемного сжатия грунтов в замкнутой зоне под действием наибольших главных нормальных напряжений, формирующих фактическую уплотненную область основания фундамента [5, 6]. Суть такого подхода к прогнозу деформаций грунтового основания заключается, как выше было отмечено, в использовании для этой цели решений теории линейно деформируемых тел по определению напряжений. При этом расчет осадки производится без применения модуля деформации с учетом реального закона уплотнения конкретного грунта путем использования значений коэффициента пористости e по компрессионной кривой, соответствующих фактическому напряженному состоянию основания проектируемого объекта. Особенно актуально применение данной

методики при проектировании зданий, подлежащих реконструкции или возводимых на структурно-неустойчивых (просадочных, набухаемых, засоленных) грунтах.

Применение расчетной схемы предлагаемого метода определения осадок для проектирования надстраиваемого здания с учетом уплотненности грунтов его основания показана на рис. 1.

В основу предлагаемого метода расчета осадок положены следующие исходные предпосылки:

1) основание состоит из реальных грунтов, отличающихся пористостью, дисперсностью, изменчивостью свойств и состояния при эксплуатации;

2) уплотнение грунта в любой точке основания происходит в направлении действия максимального сжимающего напряжения σ_i^{max} из всех его возможных значений согласно условию $\sigma_i^{max} = \sigma_1^i$ (где σ_1^i наибольшее главное напряжение) в соответствии с законом изменения пористости грунта ($e_i = f(\sigma_1^i)$) в принятом диапазоне напряжений, действующих в рассматриваемых замкнутых зонах I, II, III (условно для наглядности приняты три зоны), следовательно в условиях не возможности всестороннего расширения, подобно компрессионному сжатию (рис 1а);

3) осадка фундамента обусловлена уменьшением пористости грунтов вследствие объемного их сжатия результирующим действием напряжений в пределах активной зоны основания, определяемой из условия $\sigma_1 = \sigma_{ср}$, и представляет сумму объемных осадок отдельных зон (I, II, III), отличающихся по степени загруженности.

В соответствии с принятой механической схемой основания и фундамента из рассмотрения условия равенства объемов твердых минеральных частиц грунта до и после его уплотнения в пределах каждой из выделенных зон I, II, III...*i* нами получена формула для расчета осадки ленточного фундамента [5, 6]:

$$S = 1/A \cdot \sum \{ V_{iz} \cdot [1 - (1 + e_2^{iz})/(1 + e_1^i)] \}, \quad (1)$$

где *i* - номер выделенных зон основания I, II, III; А – площадь подошвы фундамента.

Это уравнение представляет собой математическую модель предлагаемой принципиально новой механической схемы метода расчета осадок ленточных фундаментов. На основе разработанных математической модели (1), механической (рис. 1а) и расчетной (рис. 1в) схем, выведения формул для вычисления объемов неодинаково уплотняемых зон I_з, II_з и III_з основания нами получены аналитические выражения для определения осадок ленточных фундаментов:

а) по зонам основания: $S = S_{Iз} + S_{IIз} + S_{IIIз}$;

б) по слоям грунтового основания: $S = S_{hI} + S_{hII} + S_{hIII}$, здесь *hI*, *hII* и *hIII* – наибольшая толщина соответствующих зон по оси *z/b* (рис. 1а).

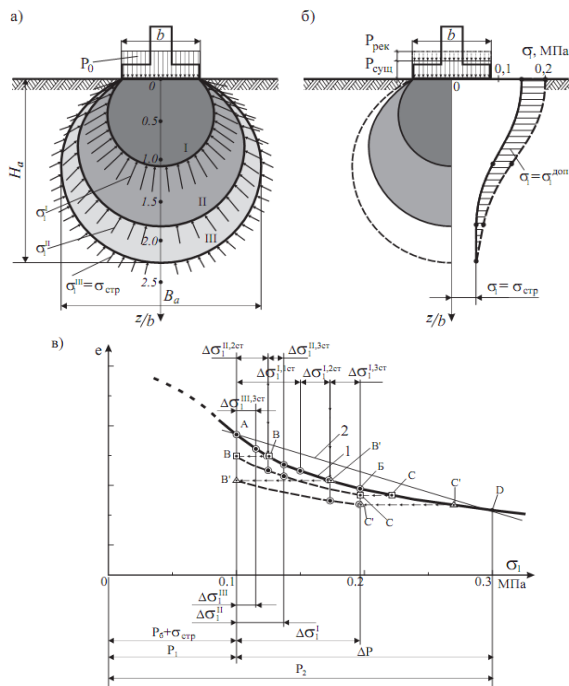


Рис. 1. Расчетная схема предлагаемого метода определения осадок основания фундамента:

а – механическая модель основания и фундамента; б – расчетная схема для надстраиваемого здания; в - учет сжимаемости грунтов по предлагаемой методике; 1 – опытная кривая сжатия грунта при компрессионном испытании; 2 – спрямление опытной кривой при расчете по существующей методике строительных норм; $\square$, $\triangle$, $\odot$ – точки на опытной кривой, используемые при расчете по новой методике

Одним из главных достоинств нового метода является возможность осуществления расчета осадок фундаментов двумя путями, приводящими к единому результату и соответствующими двум характерным случаям нагружения основания.

1 случай – «разового» нагружения оснований, принятого условно для упрощения расчета, когда осадки зон I, II и III (рис. 1а) определяются от уплотняющих напряжений, возникающих в соответствующих зонах от действия суммарной нагрузки p_0 : $\Delta\sigma_1^I$, $\Delta\sigma_1^{II}$, $\Delta\sigma_1^{III}$, показанных ниже компрессионной кривой 1 (рис. 1в).

2 случай – ступенчатого нагружения основания, когда осадки зон I, II и III (рис. 1а) определяются от уплотняющих напряжений, возникающих в соответствующих зонах от раздельного действия каждой ступени нагрузки (p_{1CT} , p_{2CT} , p_{3CT}): в зоне I $\Delta\sigma_1^{I,1cm}$, $\Delta\sigma_1^{I,2cm}$, $\Delta\sigma_1^{I,3cm}$; в зоне II $\Delta\sigma_1^{II,2cm}$, $\Delta\sigma_1^{II,3cm}$; в зоне III $\Delta\sigma_1^{III,3cm}$, показанных выше компрессионной кривой 1 (рис. 1в).

Таким образом, при применении новой методики обеспечивается непосредственное включение в расчет реального закона уплотнения конкретного слоя грунта, отражающего характер изменения коэффициента пористости грунта (компрессионной кривой) в принятых диапазонах сжимающих напряжений. Это видно из рис. 1в, где все точки, используемые при расчете осадок по новой методике располагаются на опытной кривой 1. В то же время при определении деформационных характеристик грунта по традиционной методике допускается существенное искажение действительного закона уплотнения грунта, что связано со спрямлением опытной кривой. Наглядное подтверждение сказанного видно из сравнения кривой 1 и секущей прямой 2 на рис. 1в.

На основе предложенной расчетной схемы нами разработана методика определения дополнительной осадки оснований надстраиваемых зданий с использованием результатов компрессионных испытаний (рис.1). Для решения такой задачи необходимо знать фактические размеры зоны уплотнения основания существующего фундамента и закономерности деформирования обжатых грунтов в ее пределах от действия дополнительной нагрузки. Такую задачу легко решить, если использовать универсальные возможности предложенного метода расчета объемных осадок, рассматривая 2 случай – ступенчатое нагружение основания, когда осадки зон I, II и III определяются от раздельного действия каждой ступени нагрузки (p_{1CT} , p_{2CT} , p_{3CT}) с учетом уплотняющих напряжений, возникающих в соответствующих зонах: в зоне I $\Delta\sigma_1^{I,1cm}$, $\Delta\sigma_1^{I,2cm}$, $\Delta\sigma_1^{I,3cm}$; в зоне II $\Delta\sigma_1^{II,2cm}$, $\Delta\sigma_1^{II,3cm}$; в зоне III $\Delta\sigma_1^{III,3cm}$ (рис. 1в).

При этом последнюю ступень нагрузки p_{3CT} следует рассматривать в качестве прироста нагрузки, который приводит к формированию дополнительной зоны III за счет уплотнения грунта природного сложения, расположенного за пределами активной зоны основания существующего фундамента. В таком случае примем $p_{дон} = p_{рек} = p_{3CT}$ и $p_{сущ} = p_{1CT} + p_{2CT}$. Здесь $p_{дон}$, $p_{рек}$ – дополнительная нагрузка, вызванная надстройкой реконструируемого здания. Дополнительные осадки обжатых зон (I, II) основания существующего фундамента определяются с учетом закономерностей сжатия уплотненных грунтов. Поэтому расчет осадки фундамента ведется по соответствующим участкам компрессионной кривой (рис. 1в),

определяемым исходя из следующих начальных уплотняющих давлений: $p_1^{np}, p_1^{II}, p_1^I$ для которых начало сжатия грунта соответствует точкам A, B, B' .

Для наглядности участки компрессионных кривых, соответствующие уплотненному состоянию грунтов в зонах II и I можно перенести влево, располагая точки B и B' под точкой A по вертикальной линии, показывающей начало сжатия грунтов различной плотности (при значениях начального уплотняющего давления $p_1^{np}, p_1^{II}, p_1^I$). Тогда получим три характерных компрессионных кривых AB, BC и $B'C'$, отражающих законы сжатия грунтов в рассматриваемых зонах основания фундамента с учетом их уплотненности, истории загрузки.

Достоверность нового подхода к учету фактора предшествующего уплотнения грунтов оснований надстраиваемых фундаментов реконструируемых зданий подтвердили результаты наших экспериментов - закономерности сжатия грунта после длительного его уплотнения в течение 8 суток резко изменяется подобно кривым BC и $B'C'$ [5, 6]. Сравнительный анализ показывает, что при дополнительном загрузении основания надстраиваемого здания на 30%, прирост осадок фундамента составляет по новому методу: 24,9% (с учетом фактора уплотненности грунта) и 48% (без учета фактора уплотненности грунта). Аналогичные результаты получены П.А.Коноваловым для одного из исследуемых объектов при догрузке основания на 24% прирост осадки составил, по данным эксперимента 25 %, а по методике СНиП 72 % [7].

Литература

1. СНиП РК 5.01.01–2002. Основания зданий и сооружений.
2. СП 50–101–2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.
3. ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
4. СНиП РК 1.02. –18-2004. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
5. Утепов Е.С. Расчет оснований в условиях застроенных городских территорий. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2004. - 248 с.
6. Утепов Е.С. Расчет оснований реконструируемых зданий. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2013. - 237 с.
7. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий // 4-е изд. – М.: «Бумажная галерея», 2000. - 313 с.

8. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. – Л.: Стройиздат, 1988. – 415 с.

Ключевые слова: структурно-неустойчивый грунт, основание, фундамент, осадка, надстройка, пристройка.

Key words: structurally unstable soil, ground, foundation, sediment, extension building.

Утенов Есен Сыданович - доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные материалы и технологии», Карагандинский государственный технический университет, e-mail: esen51@mail.ru

Сембеков Аблай Нурланович – студент магистрант, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, e-mail: sm_03.03.2011@mail.ru

Муканов Азим Кайратович - студент магистрант, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, e-mail: azim_mk@icloud.com

Беспаев Айдос Ергалиулы - студент магистрант, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева

Мукужанов Арман Муратбекович - студент магистрант, Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева

Utenov Esen Sydanovich - PhD, professor of “Building Materials and Technologies” department, Karaganda State Technical University, e-mail: esen51@mail.ru

Sembekov Ablay Nurlanovich - master student, L.N.Gumilyov Eurasian National University, e-mail: sm_03.03.2011@mail.ru

Mukanov Azim Kairatovich - master student, L.N.Gumilyov Eurasian National University, e-mail: azim_mk@icloud.com

Bespayev Aidos Yergaliuly - master student, L.N.Gumilyov Eurasian National University

Mukuzhanov Arman Muratbekovich - Master student, L.N.Gumilyov Eurasian National University, e-mail: Mukuzhanov@gmail.com

Для цитирования:

Утенов Е.С. Об актуальности компрессионных испытаний грунтов для геотехнического проектирования / Е.С. Утенов, А.К. Муканов, А.Е. Беспаев, А.Н. Сембеков, А.М. Мукужанов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и

реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР-2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 316 – 325.

Citation:

Utenov E.S. About actual compression testing of ground for geotechnical design / E.S. Utenov, A.N. Sembekov, A.K. Mukanov, A.Y. Bespayev, A.M. Mukuzhanov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 316 – 325.

УДК 624.138

УСКОРЕНИЕ КОНСОЛИДАЦИИ СЛАБОГО ОСНОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

С.М. Ушков, С.С. Викторова

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.
Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация.

Изложен способ увеличения несущей способности слабых грунтов основания насыпи. Разработана технология установки обсадных труб в слабые грунты основания автомобильных дорог. Предложен способ расчета требуемой степени консолидации водонасыщенных слоев.

ACCELERATE CONSOLIDATION OF THE WEAK BASE OF ROADS

Abstract

Outlines a method of increasing the bearing capacity of weak soil base of the mound. The technology of installation of casing pipes in a weak Foundation soil of roads. The proposed method of calculating the required degree of consolidation of water-saturated layers.

К слабым грунтам относят торфы, заторфованные грунты, глинистые грунты с коэффициентом консистенции более 0,5.

Проектное решение при возведении автомобильных дорог на слабых грунтах основывается на двух принципах:

- 1) сдавливание или замена слабого грунта прочным;
- 2) использование слабого грунта в качестве основания насыпи с разработкой мероприятий, обеспечивающих устойчивость основания.

Обычно земляное полотно на слабых грунтах проектируют в виде насыпей. К земляному полотну на слабых грунтах предъявляются следующие дополнительные требования:

- а) должна быть обеспечена устойчивость основания насыпи;
- б) определена конечная осадка насыпи и протекание ее во времени;
- в) наличие торфяных грунтов в основании предполагает динамический расчет.

В работах [1, 2] предлагается оценить тип слабого основания по коэффициенту безопасности как результата деления конечной безопасной нагрузки ($P_{\text{без}}^{\text{кон}}$) к расчетной ($P_{\text{расч}}$). Поэтому при оценке

устойчивости слабого основания рекомендовано выделять три типа основания:

а) I тип основания, не требующий разработки специальных мероприятий по обеспечению устойчивости и прочности;

б) II тип основания, для которых достаточно ограничить режим отсыпки насыпи;

в) III тип основания, для которых требуется разработка специальных мероприятий по обеспечению их устойчивости.

Как видно из приведенного перечня при III типе основания требуется разработка специальных мероприятий по обеспечению устойчивости слабых грунтов основания.

В данной статье рассмотрены вопросы применения вертикальных дрен с целью ускорения консолидации основания за счет сокращения фильтрации воды, отжимаемой из слабой толщи.

Вертикальные дренаи эффективны в водонасыщенных глинистых органических и минеральных грунтах при слое мощностью более 4 м с коэффициентом фильтрации не менее 10^{-4} м/сут. Применение их совмещают с временной нагрузкой, обеспечивающей сжатие поровой воды из слоя слабого грунта. Толщину насыпного слоя определяют по формуле:

$$h_{\text{нас}} \geq \frac{0,5 D \gamma_v I_0 P_{\text{расч}}}{\gamma_{\text{нас}}},$$

где D – эффективный диаметр дренирования, принимаемый равный расстоянию между дренами; γ_v – удельный вес воды в порах; I_0 – начальный градиент напора, принимаемый для торфа равным 2, для ила и глины – 5; $P_{\text{расч}}$ – расчетная нагрузка на основание от насыпи; $\gamma_{\text{нас}}$ – удельный вес грунта насыпи.

Схема земляного полотна с вертикальными дренами представлена на рис. 1.

Для повышения эффективности фильтрации вертикальных дрен в песок добавляют известь 5-8% по массе.

Предлагается следующая технология возведения вертикальных дрен. Для укладки песка разрабатывают слабый грунт толщиной 100 мм. Затем пробуривают скважины бурением под защитой вертикальных труб $\varnothing 40$ или 60 см. После разработки грунта в трубе скважины заполняют песком коэффициентом фильтрации 6 м/сут. Поверх скважин укладывают песок толщиной не менее 100 мм. Только после этого приступают к устройству насыпи. Скорость отсыпки должна быть медленной, что обеспечивает уплотнение грунтов в предыдущей отсыпке.

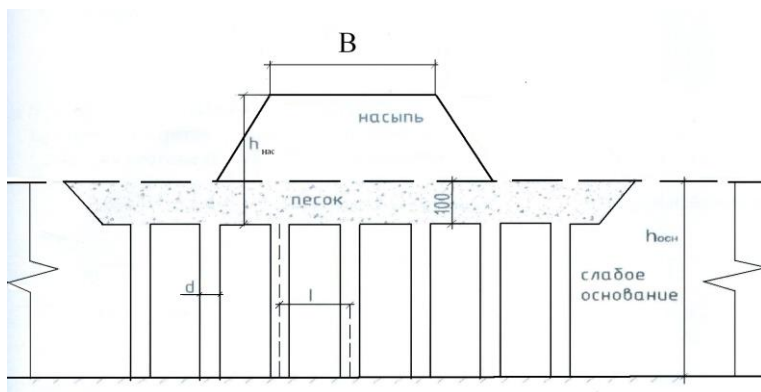


Рис. 1.

Расстояние между дренами может быть от 2 до 4,5 м в зависимости от требуемого срока завершения осадки слабого основания.

Расчет с вертикальными дренами проводится в следующей последовательности. После создания расчетной схемы предварительно назначается расстояние между дренами. Далее проверяется правильность этого назначения. Степень консолидации слабого основания определяют по формуле:

$$U_{\text{общ}} = 100 - 0,01(100 - U_{\Gamma})(100 - U_{\text{в}}),$$

где $U_{\text{в}}$ – степень консолидации основания при вертикальной фильтрации, устанавливаемая по графику (рис. 2); U_{Γ} – то же при горизонтальной фильтрации, устанавливаемая по графику (рис. 3).

Значение $U_{\text{в}}$ определяется через фактор времени, рассчитываемый по формуле

$$T_{\text{с}} = \frac{C_{\text{в}} T}{H_{\text{ф}}^2},$$

где $C_{\text{в}}$ – коэффициент консолидации при вертикальной фильтрации; T – расчетное время, принимаемое равным 1 году; $H_{\text{ф}}$ – путь вертикальной фильтрации, равный высоте слабого слоя.

Значение $C_{\text{в}}$ принимается по лабораторным фильтрационным испытаниям образцов высотой 2,5 см по формуле:

$$C_{\text{с}} = \frac{N_{\text{в}} h_{\text{ф}}^2}{t_{\text{уп}}},$$

где N_u – табличный коэффициент, принимаемый по табл. 1; h_f – путь фильтрации, равный высоте образца; $t_{уп}$ – время достижения при $U = 90\%$ на образцах.

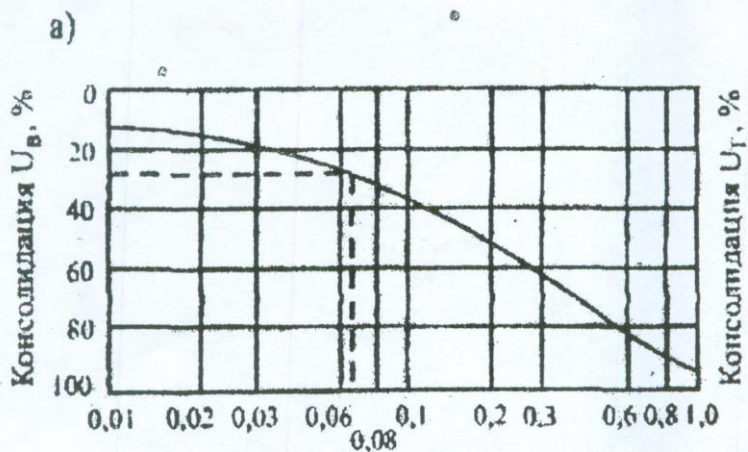


Рис. 2

Фактор времени T_v

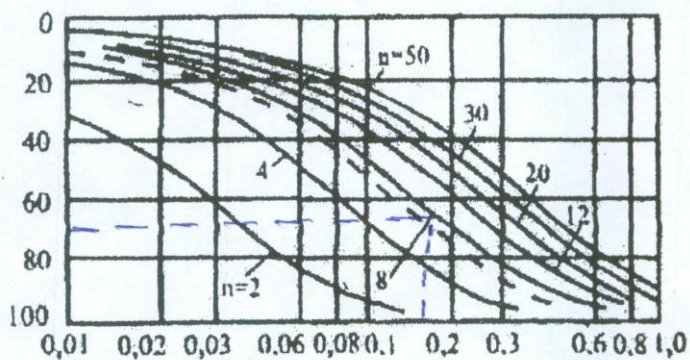


Рис. 3

Фактор времени T_r

Таблица 1

Значения коэффициента N_u в зависимости от степени консолидации для ила

$U, \%$	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95
N_u	0,035	0,075	0,13	0,25	0,36	0,42	0,55	0,65	0,82	1,15

Значение N_T определяется через фактор времени, рассчитываемый по формуле:

$$T_T = \frac{C_T T}{l^2},$$

где C_T – коэффициент консолидации при горизонтальной фильтрации, принимаемый равным C_B ; T – расчетное время, принимаемое равным 1 году; l – расстояние между дренами.

Считается, что если $U_{\text{общ}} \geq 90\%$, то консолидация слабого основания достаточно для возведения земляного полотна.

Если расчетные значения $U_{\text{общ}} < 90\%$, то расчет повторяется, уменьшив шаг между дренами, а диаметр увеличивают.

Выводы:

- 1) предварительно оценивается тип основания по коэффициенту безопасности;
- 2) для оснований III типа предлагается разработать специальные мероприятия, способствующие увеличению несущей способности и стабильности грунтов слабого основания;
- 3) одним из способов увеличения несущей способности грунтов слабого основания является метод вертикального дренирования;
- 4) сущность метода заключается в устройстве вертикальных скважин, заполненных песком, имеющим коэффициент фильтрации не менее 6 м/сут.

Литература

1. Ушков С.М., Викторова С.С. К вопросу обеспечения устойчивости грунтов слабого основания / С.М. Ушков, С.С. Викторова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции НАСКР-2014. Изд-во ЧувГУ, г. Чебоксары, 2014. – С. 420-425.
2. СНиП 2.05.02 – 85. Автомобильные дороги.

3. Цытович Н. А. Механика грунтов (краткий курс): Учебник для строит, вузов. 4-е изд., переработ. и доп. М.: Высшая школа, 1983.- 288 с.

Ключевые слова: слабый грунт, основание автомобильных дорог, консолидация грунтов, вертикальные дренажи.

Key words: soft ground, the base of roads, consolidation of soils, vertical drains.

Ушков Станислав Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные технологии, геотехника и экономика строительства» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова».

Викторова Светлана Станиславовна - доцент кафедры «Строительные технологии, геотехника и экономика строительства» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова».

Ushkov Stanislav Mikhaylovich – Candidate of Technical Sciences, the associate professor "Engineering researches and materials science of The Chuvash State University, Cheboksary .

Viktorova Svetlana Stanislavovna - the associate professor "Engineering researches and materials science of The Chuvash State University, Cheboksary.

Для цитирования:

Ушков С.М. Ускорение консолидации слабого основания автомобильных дорог / С.М. Ушков, С.С. Викторова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 326 – 331.

For citations:

Ushkov S.M. Accelerate consolidation of the weak base roads / S.M. Ushkov, S.S. Viktorova // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 326 – 331.

**ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ, МАТЕРИАЛЫ
И ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА**

УДК 691.32

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА НА ШЕБНЕ ИЗ БЕТОННОГО ЛОМА

И.М. Безгодов, Е.В. Ткач, А.А. Пахратдинов

НИУ МГСУ, г. Москва, Россия

Аннотация.

Использование щебня из бетонного лома, объемы которого довольно значительны, сдерживается нормативной базой и слабостью исследований физико-механических характеристик бетона. Для решения этой задачи необходимо проводить сравнительные эксперименты с целью получения прочностных и деформативных характеристик бетона, что позволит определить возможный перечень конструкций при проектировании и изготовлении для промышленного и гражданского строительства.

С целью выявления отличительных особенностей прочностных и деформативных характеристик бетона, полученного на щебне из бетонного лома от характеристик бетона на гранитном щебне, были проведены испытания по оценке призмной прочности, модуля упругости, коэффициента поперечной деформации, предельной деформативности при сжатии, прочности на растяжение при изгибе, а также испытания ж/балок, изготовленных из тех же составов с оценкой разрушающей нагрузки, диаграммы деформирования и прогиба.

Полученные данные свидетельствуют, что использование щебня из бетонного лома в железобетонных конструкциях вполне допустимо и серьезных корректировок в расчетах не требуется, во всяком случае для бетонов низких классов.

PHYSICO-MECHANICAL CHARACTERISTICS OF CONCRETE ON THE RUBBLE OF CONCRETE SCRAP

Abstract.

The use of crushed concrete scrap, the volume of which is considerable, is constrained by the regulatory framework and the weakness of the studies of physico-mechanical characteristics of concrete. To solve this problem it is necessary to conduct comparative experiments with the aim of obtaining the strength and deformation characteristics of concrete, which will allow to determine the possible list of structures in the design and manufacturer for industrial and civil construction.

With the aim of identifying distinctive characteristics of strength and deformation characteristics of concrete obtained from crushed concrete waste on the characteristics of concrete on granite macadam, tests were carried out on the assessment of prism strength, modulus of elasticity, coefficient of lateral deformation, the maximum deformation in compression, tensile strength in bending and testing W/beams, made of the same compositions with the evaluation of failure load, strain diagram and deflection.

The findings suggest that the use of crushed concrete waste in reinforced concrete structures is quite acceptable and serious adjustments in the calculations is not required, at least for concretes of low grades.

Проблема использования щебня, полученного после переработки железобетонных конструкций, при повторном применении в изготовлении новых конструкций давно обсуждается. И для решения этой задачи необходимо проводить сравнительные эксперименты с целью получения физико-механических и реологических характеристик бетона, что позволит определить возможный перечень конструкций при проектировании и изготовлении для промышленных и гражданских объектов.

Щебень полученный после переработки бетонных и железобетонных конструкций обладает рядом особенностей, которые необходимо учитывать при расчете состава бетона. В ряде работ [1-3] исследовались возможности получения бетона на щебне из бетонного лома. Были подобраны оптимальные соотношения крупного и мелкого заполнителя, которое выражалось в уменьшении доли крупного заполнителя и в увеличении мелкого. В тоже время, для использования малощебеночных бетонов в практике строительства необходимо иметь физико-механические характеристики R_b , E_b , ν_b и ε_{b0} , которые позволят проводить расчеты при проектировании железобетонных конструкций.

С целью выявления отличительных особенностей прочностных и деформативных характеристик бетона полученного на щебне из бетонного лома от характеристик бетона на гранитном щебне были изготовлены две серии образцов-призм размером 10x10x40см одинакового состава 1:3,2:3,71 при $B/C=0,589$. Использовался портландцемент М500 в количестве 280кг/м³. В качестве заполнителя в первой серии применялся кварцевый песок и щебень фракций 5-10 и 10-20 из гранитных пород, а во второй щебень фракционированный из бетонного лома. В первой серии для увеличения подвижности бетонной смеси вводился суперпластификатор С-3 в количестве 0,46%

от массы цемента, а во второй пластификатор ЛСТ в количестве 0,25%. В первой серии ОК составила 16, а во второй 9 см. Смеси перемешивались в гравитационной бетономешалке с последующим уплотнением на виброплощадке.

Каждая серия образцов-призм была разделена на три вида испытаний. Первая группа образцов - для определения призмной прочности R_b , модуля упругости E_b и коэффициента поперечной деформации ν_b . Вторая группа испытывалась на растяжение при изгибе с измерением деформаций растяжения в нижнем фибровом волокне, а третья для определения полной диаграммы деформирования бетона на восходящей и нисходящей ветви диаграммы по методике [4]. В процессе экспериментов деформации измерялись индикаторами часового типа с ценой деления 0,001мм и тензорезисторами с базой 50мм. Нагружение проводилось ступенями с 5-ти минутной выдержкой на ступени.

Средние значения физико-механических характеристик бетона по результатам испытаний представлены в Таблице 1.

№ серии	R_b , МПа	R_{tf} , МПа	$E_b \times 10^3$, МПа	ν_b	$\epsilon_b \times 10^{-5}$	$\eta^0_{сск}$	$\eta^V_{сск}$
1 серия	23,3	3,8	27,9	0,231	212	0,43	0,83
2 серия	26,7	3,5	27,7	0,248	210	0,48	0,89

Как видно из Таблицы 1 существенных отличий в физико-механических характеристиках не наблюдается. Можно отметить лишь более высокий коэффициент поперечной деформации у бетона на щебне из бетонного лома, что можно объяснить повышенной начальной трещиноватостью, но в тоже время границы трещинообразования у данного бетона выше, что также вероятно связано с более высокой пористостью и наличием микротрещин, способствующих гашению зарождающихся силовых трещин. В тоже время, если сравнивать бетоны по показателю дефектности структуры бетона по растяжению при изгибе $\eta_{tf} = R_b/R_{tf}$ [5], то можно отметить некоторое снижение данного показателя у бетона на щебне из бетонного лома. Так для бетона на гранитном щебне этот показатель равен 6,13, а для бетона на щебне из бетонного лома 7,62.

По результатам испытаний были построены диаграммы деформирования $\sigma/R_b - \epsilon$ Рис.2 на которых явно видна идентичность процесса деформирования двух видов бетона. Графики изменения модуля деформаций, коэффициента поперечных деформаций и объемных деформаций в зависимости от относительного уровня

напряжений, также указывают на подобие изменения этих характеристик, как качественно, так и количественно для двух видов бетона. Количественное отличие наблюдалось лишь в значениях объемных деформаций. Так для бетона на щебне из бетонного лома уплотнение было на 26% выше, чем у бетона на стандартном щебне.

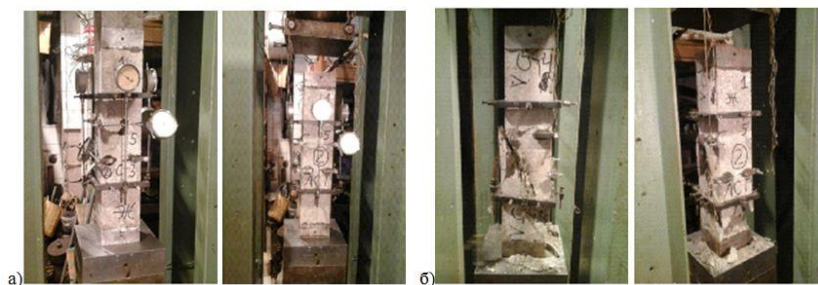


Рисунок 1 – Опытные образцы перед испытанием (а) и характер разрушения (б)

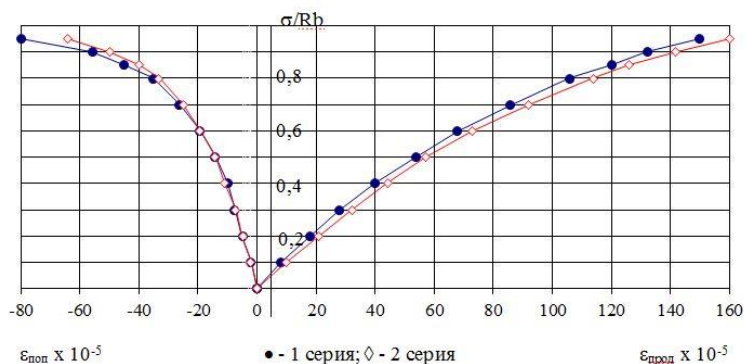


Рисунок 2 - Диаграммы деформирования $\sigma/R_b - \epsilon$

Сравнивая результаты испытаний второй группы образцов на растяжение при изгибе, можно отметить, что согласно Таблицы 1 прочность на растяжение при изгибе у бетона на щебне из бетонного лома (с учетом приведения бетонов к одной призмной прочности) на 9% меньше, чем у бетона на гранитном щебне. Диаграммы деформирования $\sigma_{tf} - \epsilon_{tf}$ представленные на Рис. 4 также существенно не отличаются. На начальном этапе они совпадают до уровня осевого растяжения, которое составляет для первой серии $R_t = R_{tf}/1,7 = 2,21 \text{ МПа}$, а для второй - 2,06 МПа. Далее, переходя в

нелинейную зону после возникновения микротрещин растяжения бетон на щебне из бетонного лома имеет более высокие относительные деформации.

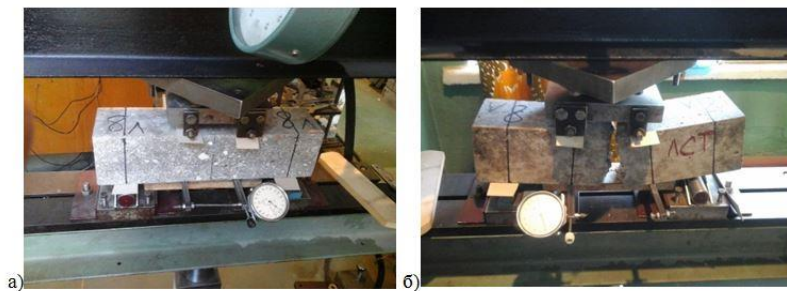


Рисунок 3 – Опытные образцы на растяжения при изгибе а)- перед испытанием б)- после разрушения

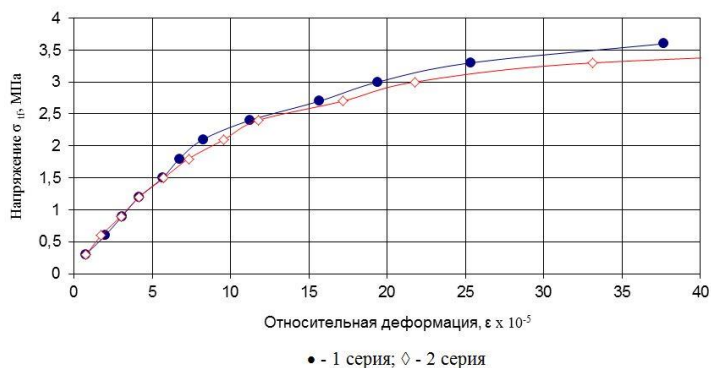


Рисунок 4 - Диаграммы деформирования бетона $\sigma_{tf} - \epsilon_{tf}$

Третья группа образцов была испытана по методике [4] для получения предельных относительных деформаций сжатия, соответствующих призмной прочности. Здесь также наблюдалось близость предельных относительных деформаций (см. Таблицу 1). На Рис.5,6 представлены полные диаграммы деформирования бетона. На нем видно, что диаграммы мало отличаются друг от друга не только на восходящем участке, но и на ниспадающем. Предельные относительные деформации на уровне $0,85R_b$ ниспадающей ветви составили 312×10^{-5} для бетона на гранитном щебне и 306×10^{-5} на щебне из дробленного бетона.



Рисунок 5 – Испытания опытных образцов получения полные диаграмма деформирования а)- перед испытанием б)- после разрушения

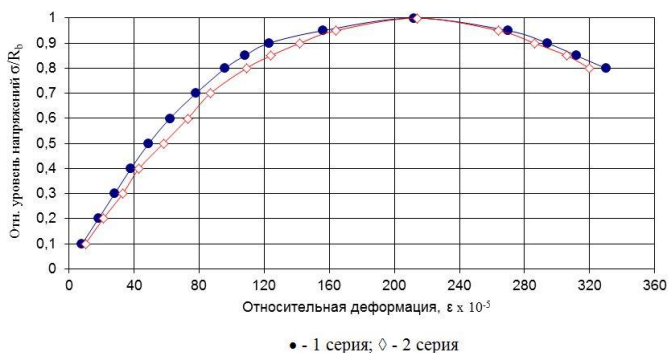


Рисунок 6 – График полная диаграмма деформирования бетона

Учитывая технические трудности, которые возникают при получении полных диаграмм деформирования бетона и их предельных деформаций, соответствующих призмной прочности и уровню $0,85R_b$ на нисходящей ветви, можно воспользоваться уравнением вида (1), использованным в работе [6], которое хорошо согласуется с результатами эксперимента

$$\varepsilon_{b0} = 0.02253 \sqrt{\frac{R_b}{E_b}} \quad (1)$$

Как показывают расчеты, коэффициент перед корнем согласуется с бетоном на стандартном щебне, но завышает значения для бетона на

щебне из бетонного лома, поскольку модуль упругости у данного бетона ниже. Если заменить данный коэффициент на 0,0215, то результаты эксперимента будут более близки к полученным по данной формуле. Для вычисления относительной деформации на уровне $0,85R_b$ нисходящего участка диаграммы можно воспользоваться уравнением (2), которое хорошо коррелируется с результатами эксперимента.

$$\varepsilon_{0,85}^H = \varepsilon_{b0} \times \left(1 + \sqrt{1 - \frac{\sigma}{R_b}} \right) \quad (2)$$

Таким образом, полученные физико-механические характеристики для бетона на щебне из бетонного лома дают возможность проводить расчеты бетонных и железобетонных конструкций с незначительными изменениями.

Для оценки работы бетона на щебне из бетонного лома в реальной конструкции из тех же составов бетона были изготовлены две серии перемычек железобетонных для кирпичных стен размером 1290x140x120мм с использованием одинарных каркасов из проволоки В-500 Ø4 мм в количестве по 4 балки в каждой серии. Испытания проводились по схеме 4-х точечного изгиба в соответствии с рекомендациями на испытание данных конструкций. Измерение прогибов и деформаций растяжения в нижнем фибровом волокне осуществлялось с помощью индикаторов часового типа с ценой деления 0,001мм. Нагружение проводилось ступенями с 5-ти минутной выдержкой на ступени. В процессе испытаний снимались показания после поднятия нагрузки и в конце выдержки. Количество ступеней нагрузки составляло 12-15.

По результатам испытаний были построены графики изменения деформаций растяжения от уровня напряжений σ_{tf} - ε_{tf} Рис.8 и прогиба балки σ_{tf} - f Рис.9. Так как разрушающая нагрузка в момент образования трещин соответствовала пределу прочности арматуры, то наличия трещин в балках и их развитие не наблюдалось. Средние значения разрушающей нагрузки, предельной деформативности и прогиба представлены в Таблице 2.

Таблица 2

№ серии	F, кН	R_{tf} , МПа	$E_{tf} \times 10^3$, МПа	$\varepsilon_{tf}^{0,8} \times 10^{-5}$	$f^{0,8}$, мм
1 серия	0,84	3,16	24,1	13,3	0,172
2 серия	0,80	3,06	24,1	12,6	0,163

Из Таблицы 2 видно, что все регистрируемые параметры мало отличаются друг от друга. Сравнивая величины относительных деформаций растяжения и прогибов на уровне $0,8R_{tf}$ можно сделать вывод, что их отличие незначительно. Рассматривая график Рис.4 можно отметить идентичность процесса деформирования до уровня $0,75R_{tf}$. Выше данного уровня у балок на щебне из бетонного лома деформативность существенно увеличивается. Эта же тенденция наблюдается и у балочек $10 \times 10 \times 40$ см Рис.2 при испытании на растяжение при изгибе. Рассматривая графики изменения прогибов в центре балки от значений растягивающих напряжений, можно отметить практически полное совпадение полученных кривых.

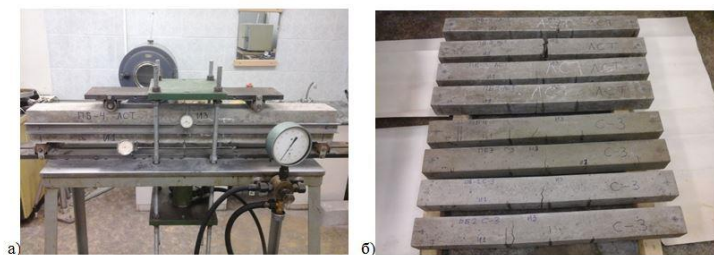


Рисунок 7 – Опытные образы перед испытанием (а) и после испытания (б)

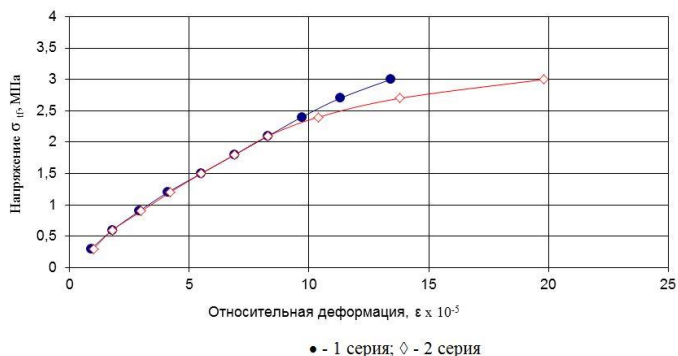


Рисунок 8 - Зависимость σ_{tf} - ϵ_{tf} балки

Из вышеизложенного можно заключить, что использование щебня из бетонного лома в железобетонных конструкциях вполне допустимо и серьезных корректировок в расчетах не требуется, во всяком случае для бетонов низких классов.

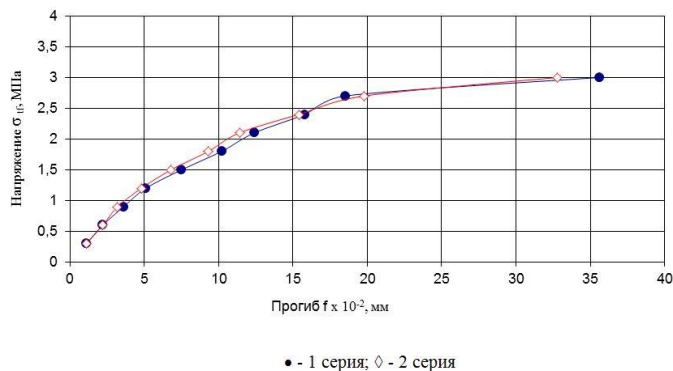


Рисунок 9 - Зависимость прогиба балки от нагрузки

Литература

1. Головин Н.Г., Алимов Л.А., Воронин В.В., Пуляев С.М. Повторное использование – одно из направлений решения экологической проблемы при производстве изделий и конструкций из бетона //Бетон и железобетон – пути развития. 2-я Всероссийская (Международная) конференция по бетону и железобетону. 2005. Москва. Т.5. С. 194-203.
2. Балакшин А. С., Воронин В.В. Малощебеночные бетоны на основе отходов бетонного лома // Промышленное и гражданское строительство. 2009. № 9. С.47-49.
3. Воронин В.В., Алимов Л.А. Балакшин А.С. Малощебеночные бетоны на щебне из бетонного лома //Технологии бетонов. 2010. № 3-4. С.28-30.
4. Безгодов И.М., Левченко П.Ю. К вопросу о методике получения полных диаграмм деформирования бетона //Технологии бетонов. 2013. №10. С.34-36.
5. Безгодов И.М. О соотношении прочностных и деформативных характеристик бетона при сжатии, растяжении и растяжении при изгибе //Бетон и железобетон 2012. №2. С.2-5.
6. Безгодов И.М. К вопросу оценки предельной относительной деформации бетона при сжатии для различных классов бетона //Бетон и железобетон. 2015. №5. С.9-11.

Ключевые слова: щебень из бетонного лома, прочность, деформативность, напряжение при изгибе, прогиб.

Key words: crushed concrete scrap, strength, deformability, bending stress, deflection.

Безгодов Игорь Михайлович - Московский государственный строительный университет, г. Москва, научный сотрудник кафедры «Механика бетона» E-mail: ibezgodov52@yandex.ru

Ткач Евгения Владимировна - Московский государственный строительный университет, г. Москва, доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные материалы». E-mail: ev_tkach@mail.ru

Пахратдинов Алпамыс Абдрашитович - Московский государственный строительный университет, г. Москва, аспирант кафедры «Строительные материалы». E-mail: alpamis-85@mail.ru

Bezgodov Igor Mikhaylovich - Moscow state construction University, Moscow, researcher of the Department "Mechanics of concrete" E-mail: ibezgodov52@yandex.ru

Tkach Evgeniya Vladimirovna - Moscow state construction University, Moscow, doctor of technical Sciences, Professor of the Department "Building materials". E-mail: ev_tkach@mail.ru

Pakhratdinov Alpamis Abdrashitovich - Moscow state construction University, Moscow, postgraduate student of the Department "Building materials". E-mail: alpamis-85@mail.ru

Для цитирования:

Безгодов И.М. Физико-механические характеристики бетона на щебне из бетонного лома/ И.М. Безгодов, Е.В. Ткач, А.А. Пахратдинов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 333 – 342.

For citations:

Bezgodov I.M. Physico-mechanical characteristics of concrete on the rubble of concrete scrap/ I.M. Bezgodov, E.V. Tkach, A.A. Pakhratdinov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 333 – 342.

УДК 692.23:658.5

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МНОГОСЛОЙНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН

В.Ф. Богданов, Д.Н. Тарасов, И.П. Федосеева, В.П. Чумаков
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия

Аннотация

В работе на основе рассмотрения особо привлекательных решений выбран ряд вариантов для технико-экономического анализа. Показаны их преимущества и недостатки. Приведены экономические показатели вариантов, включая стоимость, трудоемкость.

TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF MULTILAYER EXTERNAL WALLS

Abstract

On the basis of consideration particularly attractive solutions for the selected range of options for feasibility analysis. Shown their benefits and disadvantages. Given the economic performance of the options, including cost, complexity.

В России ежегодно строится примерно 80 млн. м² жилья. Строится с учетом требований по энергосбережению и повышению энергетической эффективности жилого фонда. Проблема энергосбережения решается многими путями, в том числе устройством многослойных наружных стен жилых зданий. За последние 5 лет теория и практика строительства наружных стен дала множество технических решений. Некоторые из них оказались ненадёжными, недолговечными и запрещены к применению. Другие используются в строительстве. В НИИ, лабораториях вузов, на предприятиях стройиндустрии вырабатываются новые многослойные решения со своими преимуществами и недостатками, зачастую без определения рациональных областей их применения и достаточного технико-экономического исследования на базе научно-обоснованных методических положений. Последние так же требуют совершенствования с учетом развития рыночной экономики, интересов государства с одной стороны и частного бизнеса с другой.

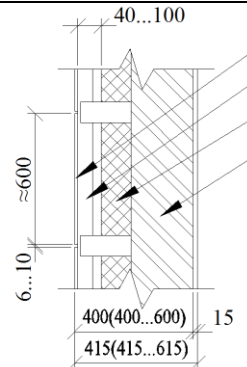
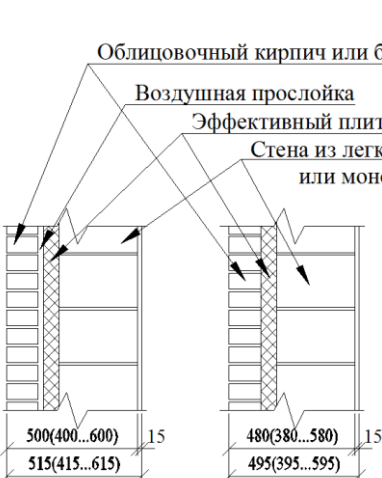
Аналитический обзор конструктивно-технологических решений показал, что в настоящее время специалисты выделяют следующие группы конструкций наружных стен:

- вентилируемый фасад;

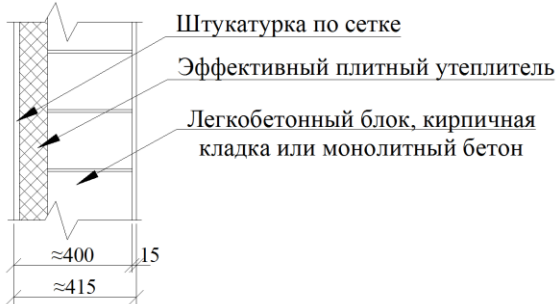
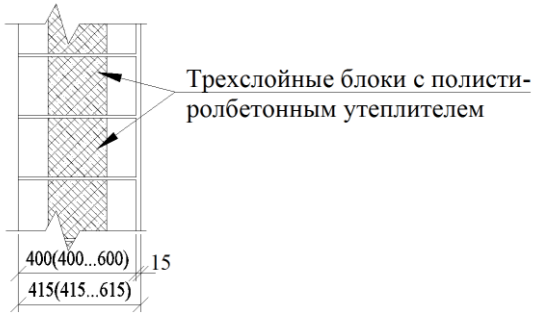
- слоистая кладка;
- «мокрый» фасад;
- многослойные блоки.

В табл. 1 приведены их примерные конструктивные схемы:

Таблица 1. Конструктивные схемы наружных стен

Вид стены	Конструктивная схема наружной стены
Вентилируемый фасад	 Облицовка Система крепления облицовки Эффективный плитный утеплитель Легкобетонный блок, кирпичная кладка или монолитный бетон 40...100 ≈600 6...10 400(400...600) 415(415...615) 15
Слоистая кладка	 Облицовочный кирпич или блок Воздушная прослойка Эффективный плитный утеплитель Стена из легкобетонных блоков, кирпича или монолитного железобетона 500(400...600) 515(415...615) 15 480(380...580) 495(395...595) 15

Продолжение таблицы 1.

Вид стены	Конструктивная схема Наружной стены
«Мокрый» фасад	 Штукатурка по сетке Эффективный плитный утеплитель Легкобетонный блок, кирпичная кладка или монолитный бетон ≈400 15 ≈415
Многослойные блоки	 Трехслойные блоки с полистиролбетонным утеплителем 400(400...600) 15 415(415...615)

Вентилируемый фасад широко применяется в Европе и в России. Универсален и конкурентоспособен.

В каждой из последующих конструктивных схем имеется немало вариантов в зависимости от материалов слоев. Например, в одном из вариантов слоистой кладки внутренний слой – это кирпич керамический, наружный – облицовочный кирпич, а между ними – полистиролбетон. Кроме кирпича используются и другие материалы из пенобетона, керамзитобетона, газобетона, полистиролбетона. Присутствуют теплый и цементно-песчаный растворы. На основе этих и других материалов создается много других вариантов. «Мокрый» фасад также имеет множество вариантов, но наружный слой – штукатурка по сетке – почти у всех одинаковый.

Многослойные блоки изготавливаются в заводских условиях. И они многовариантны. На строительной площадке требуется только их укладка подобно кирпичной кладке.

Технико-экономическая эффективность многослойных наружных стен здесь рассматривается с учетом обеспечения условий сопоставимости по функциональному назначению, влиянию на окружающую среду, уровню использованных стандартов, ресурсообеспеченности, уровню цен и применения метода сравнительно-экономической эффективности для случая хозрасчетного подхода к проблеме, когда в качестве критерия эффективности принимается себестоимость, как стоимостный показатель, и трудоемкость, как дополнительный показатель.

Сравниваются стены: слоистая кладка, «мокрый» фасад, многослойные блоки в расчете на 1 кв. м площади стены.

Себестоимость изученных нами вариантов слоистой кладки колеблется от 1,5 до 2 тыс.р., а трудоемкость от 5,3 до 8,2 чел.-час. Минимальные показатели имеет конструкция стены (внутренний слой из пенобетонных блоков, наружный слой из облицовочного кирпича, полистиролбетонный утеплитель, а также теплый раствор и цементно-песчаный раствор): 1,5 тыс.р. и 5,3 чел.-час.

У «мокрого» фасада себестоимость 1,1...1,6 тыс.р., трудоемкость 5,8...9 чел.-час. Лучшие экономические показатели у конструкции стены (полистиролбетонный блок + утеплитель + шпукатурка, теплый раствор): 1,1 тыс.р. и 5,8 чел.-час.

Многослойные блоки: себестоимость 1,3...2,2 тыс.р., трудоемкость 4,2...5 чел.-час. У конструкции стены (трехслойный блок с полистиролбетонным утеплителем) себестоимость 1,3 тыс.р., трудоемкость 4,2 чел. час.

Таблица 2. Сравнительные показатели многослойных наружных стен по себестоимости и трудоемкости на 1 м² площади стены.

Конструкция стены	Себестоимость, тыс.р.	Трудоемкость, чел.-ч.
Слоистая кладка	1,5	5,3
«Мокрый» фасад	1,1	5,8
Многослойный блок	1,3	4,2

Из табл. 2 видно, по себестоимости «мокрый» фасад более эффективен. Штукатурные работы дешевле каменной кладки, но имеют более высокую трудоемкость. По долговечности штукатурка уступает другим рассмотренным здесь вариантам. Поэтому при данном исследовании проблемы, на наш взгляд, целесообразно устройство наружных стен из многослойных блоков.

Литература

1. Тарасов Д.Н., Богданов В.Ф. Сравнение экономической эффективности теплоизоляции наружных стен // Человек. Гражданин. Ученый: сб. тр. Регион. фестиваля студ. и молодежи (Чуваш. гос. ун-т им. И.Н. Ульянова, 5-12 декабря 2015 г.). – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. – с. 102.

Ключевые слова: многослойная наружная стена, вентилируемый фасад, слоистая кладка, «мокрый» фасад, многослойные блоки, варианты, себестоимость, трудоемкость, экономическая эффективность.

Key words: layered outer wall, ventilated facade, layered walls of "wet" facade, layered blocks, options, cost, complexity, economic efficiency.

Богданов Василий Филиппович – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Строительные технологии, геотехника и экономика строительства» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; bogdanov-1943@mail.ru; +7(8352) 62-55-31.

Тарасов Дмитрий Николаевич – магистрант кафедры «Строительные технологии, геотехника и экономика строительства» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет» имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; kafedraSTGuES@yandex.ru; +7(8352) 62-55-31.

Федосеева Ирина Петровна – старший преподаватель кафедры «Строительные технологии, геотехника и экономика строительства» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г.Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; kafedraSTGuES@yandex.ru; +7(8352) 62-55-31.

Чумаков Владимир Порфирьевич – магистрант кафедры «Строительные технологии, геотехника и экономика строительства» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет» имени И.Н.

Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; кафедра STGuES@yandex.ru; +7(8352) 62-55-31.

Bogdanov Vasily Filippovich - Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of "Building technologies, geotechnics and construction industry" FGBOU IN "Chuvash State University named after I.N. Ulyanov", Cheboksary, 428015, Cheboksary, Moscow Avenue, 15.; bogdanov-1943@mail.ru; +7 (8352) 62-55-31.

Tarasov Dmitry Nikolayevich - graduate student of the department "Building technologies, geotechnical engineering and construction industry," FGBOU IN "Chuvash State University" name I.N. Ulyanov; Cheboksary, 428015, Cheboksary, Moscow Avenue, 15.; кафедра STGuES@yandex.ru; +7 (8352) 62-55-31.

Fedoseeva Irina Petrovna - senior teacher of "Building technologies, geotechnics and construction industry" FGBOU I.N. "Chuvash State University named after I.N. Ulyanov", Cheboksary, 428015, Cheboksary, Moscow Avenue, 15.; кафедра STGuES@yandex.ru; +7 (8352) 62-55-31.

Chumakov Vladimir Porfirevich - graduate student of the department "Building technology, geotechnical engineering and construction industry," FGBOU IN "Chuvash State University" name I.N. Ulyanov; Cheboksary, 428015, Cheboksary, Moscow Avenue, 15.; кафедра STGuES@yandex.ru; +7 (8352) 62-55-31.

Для цитирования:

Богданов В.Ф. Техничко-экономичекая эффективностъ многослойных наружных стен / В.Ф. Богданов, Д.Н. Тарасов, И.П. Федосеева, В.П. Чумаков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 343 – 348.

Citation:

Bogdanov V.F. Technical and ekonomicheskaya multilayer external walls / V.F. Bogdanov. D.N. Tarasov, I.P. Fedoseeva, V.P. Chumakov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 343 – 348.

УДК 625.7

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСВЯЗАННЫХ ИНЕРТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КУПИРОВАНИЯ ВЫБОИН В
НЕБЛАГОПРИЯТНЫЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ ГОДА В УСЛОВИЯХ
РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ**

С.А.Ежов

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Республика Чувашия, Россия.

С.В.Ежова

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл, Россия.

Аннотация

В статье приведён анализ применения инертных каменных материалов для купирования выбоин в наиболее неблагоприятный период времени года, когда применение других технологических решений невозможно по погодным причинам.

Обоснованы преимущества и недостатки использования наиболее доступных материалов для снижения интенсивного разрушения асфальтобетонных покрытий, в местах образования выбоин, для условий Республики Марий Эл.

**APPLICATION FEATURES UNBOUND INERT MATERIALS FOR
SUPPRESSION POTHOLES IN THE UNFAVORABLE PERIOD OF
THE YEAR IN THE REPUBLIC OF MARI EL**

Abstract

In article the analysis of use of inert stone materials for the relief of hollows in the most unfavorable period of the year when the use of other technological solutions is impossible due to weather reasons.

The advantages and disadvantages of using the most available materials to reduce the intense destruction of asphalt concrete pavements in the places of formation of potholes, for the conditions of the Mari El Republic

Весенний период года является наиболее тяжёлым для покрытий автомобильных дорог. Перепады температуры в течение суток с положительной до отрицательной и избыток талых вод, попадающих на асфальтобетонное покрытие дорог, как от таяния снега, так и грунтовых, выходящих на поверхность через конструкцию дорожной

одежды, в сочетании с нагрузками от проходящего транспорта интенсивно разрушают покрытия (рис.1-2).

Так, небольшая температурная трещина, на полосе наката, в сочетании с неблагоприятными факторами, за три-четыре дня может превратиться в выбоину [1], если при этом она будет находиться в месте застоя воды на проезжей части (отсутствие водоотвода, например из-за: бордюрного камня, дефекта проезжей части в виде колеи, отсутствия ливневой канализации отводящей воду, плохой её работы – водоприёмная решетка колодец находится выше поверхности асфальтобетонного покрытия) и при наличии интенсивной нагрузке от проходящего транспорта.

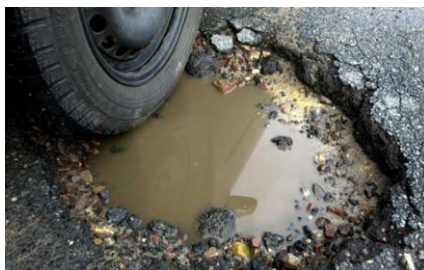


Рис. 1. Развитие выбоины из температурной трещины за счёт обламывания её кромок колёсами автомобилей



Рис. 2. Весеннее разрушение дорожного покрытия

Для предотвращения этого необходимо своевременно принять меры по купированию (локализации, пресечении) развития такого рода дефектов.

Все виды дорожно-строительных и ремонтных работ делятся на группы. Время, когда можно эффективно выполнять те или иные группы работ, напрямую связаны с температурой окружающего воздух. Так, если при дорожном ремонте используются асфальтобетонные смеси, температура наружного воздуха должна быть не ниже $5 \div 10^{\circ}\text{C}$ [2], это одно из главных условий необходимых для получения качества дорожных работ. Дорожно-ремонтные смеси на основе органических вяжущих (нефтяных битумов) должны укладываться на сухие покрытия.

На сегодняшний день существуют ремонтные составы (холодный асфальтобетон или горячие литые асфальтобетонные смеси), которые можно применять для заделывания дефектов (выбоин) при температуре окружающего воздуха от -5°C и выше при сухом

покрытии (их использует ГУП РМЭ «Мостремстрой»). Но, пока не разработано технологий и ремонтных составов по ведению работ в переходный (весенний) период при избыточном увлажнении дороги, поэтому требуется просушка дорожной одежды в местах проведения дорожных работ, что весьма сложно (а порой не возможно) обеспечить в период интенсивного таяния снега.

Однако, если не заполнить образовавшиеся выбоины на покрытии в весенний период, инертным или каким-либо другим материалом, то проезжающий транспорт, будет методично уничтожать покрытие и через короткий временной промежуток размеры выбоин увеличатся в разы (рис. 3).



Рис. 3. Выбоины на покрытии в конце весеннего периода, к которым не применяли купирование инертным материалом

Физика процесса разрушения связана с тем, что в результате образования температурных трещины происходит нарушение сплошности покрытия и поэтому требуется меньше усилий для экстрагирования части каменного материала из асфальтобетонного покрытия колёсами проезжающих автомобилей. Вода, в значительной степени, ускоряет процесс разрушения, так как, являясь несжимаемой жидкостью и при наезде колеса автомобиля на трещину заполненную водой, передаёт усилия во все направления, проникая в асфальтобетон и отрывая битумную плёнку от каменного материала, нарушая тем самым способность асфальтобетона находится в монолитном состоянии. Дальнейшее проникновение воды в конструкцию дорожной одежды - в слой щебёночного основания (при условии, что это известняковый, малопрочный щебень) приводит к потере его прочности, разрушению и как следствие просадкам верхних слоёв

покрытий дороги и следовательно более интенсивному образованию и разрастанию выбоин в дальнейшем.

В весенний период остановить процесс разрушения дорожного покрытия не возможно, но можно уменьшить объёмы его разрушений, для чего необходимо засыпать выбоины не связанным (или связанным) инертным материалом (щебнем) [3], причём, чем больше его останется в выбоине, тем лучше для асфальтобетонного покрытия расположенного рядом с выбоиной.

Применение прочного гранитного щебня (с низким углом внутреннего сцепления при отсутствии какого либо вяжущего), в качестве материала заполнения выбоин, приводит к тому, что проезжающий транспорт своими колёсами выдавливает его из выбоины и через день-два он весь находится на покрытии, а не в выбоине, что показывает его малую эффективность применения (рис. 4 – 5).



Рис. 4. Выбоина, заполненная гранитным щебнем



Рис. 5. Выбоина, заполненная гранитным щебнем, щебень не консолидировался (приближенное фото)

Применение местного, малопрочного известнякового щебня в качестве заполнителя выбоин более эффективно, чем использование гранитного щебня, за счёт того что он, попадая в воду, размокает и частично разрушается и следовательно его больше остаётся в выбоине, (рис. 6 – 7). Проведённые наблюдения показали необходимость постоянного его досыпания в выбоины для получения требуемого эффекта.



Рис. 6. Выбоина, заполненная малопрочным известняковым щебнем



Рис. 7. Выбоина, заполненная малопрочным известняковым щебнем, с эффектом заклинки (приближенное фото)

Применение «красного» обожженного полнотелого кирпича [4] более эффективно, чем предыдущие два способа. Кирпич из обожженной глины обладает достаточной водо- и морозостойкостью. Правильная квадратная форма не даёт ему выдавливаться из выбоины под действием колёс проходящего транспорта (в отличие от гранитного щебня), песок и мелкие частицы проникая в стыки между кирпичей «цементируют» их, создавая более плотную и прочную структуру, а, следовательно, не давая транспорту разрушать (обламывать) кромку выбоины, купируя её разрастание (рис. 8 – 9).

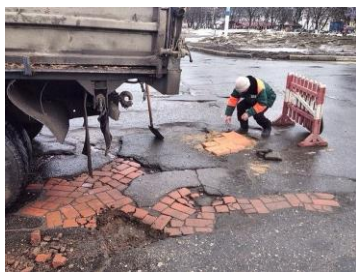


Рис. 8. Заполнение выбоин керамическим полнотелым кирпичом



Рис. 9. Выбоина, заполненная керамическим полнотелым кирпичом спустя два месяца

ВЫВОДЫ

1. Если выбирать из трёх имеющихся способов оперативного купирования интенсивного разрушения асфальтобетонного покрытия в начальный весенний период (при наличии застоя вод в местах дефектов), то наиболее эффективный и соответственно снижающий в

дальнейшем площадь и объёмы дорожно-ремонтных работ, является заделывание выбоин «красным» керамическим полнотелым кирпичом из обожжённой глины, при условии его квадратной формы (кирпичное крошево использовать не целесообразно).

2. Для засыпки выбоин, по целесообразности применения, на втором месте стоит местный известняковый щебень (из осадочных малопрочных горных пород).

3. И на последнем месте по эффективности будет использование несвязанного (без применения вяжущих) прочного гранитного щебня.

Перечисленные методы купирования дорожных дефектов, являются целесообразными только в весенний переходный период (при перепадах температур окружающего воздуха и при избытке талой воды на покрытии). Они не могут заменить полноценный ямочный ремонт, но без этих действий объёмы разрушений дорожного покрытия будут значительно выше и с большой долей вероятности могут привести к необходимости капитального ремонта покрытий автомобильных дорог и улиц города на территории Республики Марий Эл.

Литература

1. ГОСТ Р 50597-93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. - Введ. 1994-01-07. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1993. - 14 с.

2. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги/Госстрой России: Взамен СНиП III-40-78; Введ. 1986-01-01. - М.: ГУП ЦПП, 2001. - 112 с.

3. ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. - Взамен ГОСТ 8267-82, ГОСТ 8268-82, ГОСТ 10260-82, ГОСТ 23254-78, ГОСТ 26873-86. - Введ. 1995-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1995. - 15 с.

4. ГОСТ 530-2012. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. – Введ. 2012-04-06. – М.: Технический комитет по стандартизации ТК 465 «Строительство», 2013. – 31 с.

Ключевые слова: неблагоприятное время года, выбоина, купирование разрушения асфальтобетонного покрытия, щебень, инертный заполнитель, прочный каменный материал, малопрочный каменный материал, кирпич керамический полнотелый обожженный.

Keywords: unfavorable time of year, pothole, treatment of pothole of asphalt pavement, gravel, inert filler, a solid stone material, small durable stone material, ceramic brick annealed.

Ежов Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства», строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

Ежова Светлана Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительных технологий и автомобильных дорог», института строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «Поволжского государственного технологического университета».

Ezhov Sergey Alexandrovich, candidate of technical Sciences, docent of Department «Construction technology, geotechnics and of construction economics», of the building Department of the «Chuvash state defence University named after I. N. Ulyanov», e-mail: s.ezhov@mail.ru

Ezhova Svetlana Vladimirovna, candidate of technical Sciences, docent of Department «Construction technology and highways», Institute of construction and architecture of the «Volga State Technological University», e-mail: EzhovaSV@volgatech.net

Для цитирования:

Ежов С.А. Особенности применения несвязанных инертных материалов для купирования выбоин в неблагоприятный период времени года в условиях Республики Марий Эл. / С.А. Ежов, С.В. Ежова// Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 349 – 355.

Citation:

Ezhov S.A. Characteristics of unbound aggregates for the relief of hollows in unfavorable period of the year in the Republic of Mari El. / S.A. Ezhov, S.V. Ezhova// New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 349 – 355.

УДК 622.02:531

НАПРАВЛЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ЗАКЛАДОЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.А. Ермолович, О.В. Ермолович

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

Аннотация

Предложен способ упрочнения закладочных композиционных материалов, включающий размещение в формируемом массиве армирующих элементов одновременно с твердеющей смесью, причем в качестве армирующих элементов применяется микрофибра базальтовая модифицированная наночастицами фуллероидного типа (МБМ).

DIRECTIONAL CHANGES IN THE PROPERTIES OF BACKFILLING COMPOSITE MATERIALS

Abstract

A method of hardening of backfilling composite materials that includes placing in the formed mass of reinforcing elements along with hardening mixtures is proposed, and nano-modified basalt micro-fibre (MBM) used as reinforcing elements.

Закладочные композиционные материалы отличаются от таковых общего строительного назначения следующими основными особенностями: они должны транспортироваться по трубам на большие расстояния (несколько км), быть максимально дешевыми, обеспечивать при этом устойчивость под действием знакопеременных нагрузок и минимальные относительные деформации усадки.

Общеизвестно, что наиболее эффективно управлять свойствами многокомпонентных композиционных материалов, которые также формируют закладочный массив, позволяют нанoinструменты. К ним относятся в том числе расширение спектра дисперсности заполнителя и вяжущего (наночастицы того и другого) и динамическое дисперсное армирование на основе наномодифицированных дисперсно-упрочняющих заполнителей (модифицированных фуллероидами, нанотрубками). К тому же малое количество необходимых нанoinициаторов способствует сохранению транспортабельности формирующей массив композиции и ее растекаемости в выработанном пространстве. Поэтому в качестве армирующих

элементов была выбрана микрофибра базальтовая, модифицированная наночастицами фуллероидного типа МБМ.

МБМ (ТУ 5761-014-13800624-2004) производства ЗАО «Астрин-Холдинг» состоит из (в % по массе): ваты базальтовой с органической пропиткой – 99,3–99,6; наномодификатора – 0,0001–0,01; воды – 0,3–0,5. В качестве наномодификатора используют углеродный наномодификатор фуллероидного типа по ТУ 2166-001-13800624-2003.

Основные характеристики МБМ приведены в таблице 1.

Выбранные волокна отличаются хорошими адгезионными и когезионными свойствами, так как имеют достаточно высокую стойкость в щелочной среде.

Искусственный массив формируется из твердеющей закладочной смеси, в которую перед ее укладкой в выработанное пространство подают армирующие элементы – микрофибру базальтовую модифицированную МБМ. Твердеющая смесь транспортируется к месту формирования массива по трубам и подается в камеру. При растекании закладочной смеси по выработанному пространству волокна МБМ распределяются равномерно во всем объеме будущего искусственного массива и блокируют рост трещин, образованию которых способствует низкая прочность бетона на растяжение. Введение МБМ позволяет существенно улучшить прочность на растяжение и трещиностойкость массива.

Таблица 1

№ п/п	Наименование показателя	Норма
1	Средний диаметр волокна, мкм	8-10
2	Средняя длина волокна, мкм	100-500
3	Содержание неволокнистых включений, % по массе, не более	10
4	Влажность, % по массе, не более	1
5	Плотность насыпная, кг/м ³ , не более	800
6	Содержание органических веществ, % по массе, не более	2

Для проверки работоспособности предлагаемого способа была изготовлена модель закладочного массива, состоящего из вяжущего, заполнителя, суперпластификатора, воды. Изготовили две серии массива. В первой серии (контрольной) микрофибру базальтовую модифицированную МБМ не добавляли. Во второй серии в смесь вводили 7,1% от массы вяжущего вещества микрофибры базальтовой модифицированной МБМ. Из обеих серий массива были

сформированы образцы. По истечении 90 суток образцы 40x40x160 мм были испытаны на прочность на растяжение при изгибе с использованием электронной испытательной машины Инстрон 5882.

Кроме того, производилась оценка прочности образцов при растяжении в возрасте 180 суток по методу раскалывания с использованием электронной испытательной машины Инстрон 5882. Значения прочности на растяжение, полученные данным методом, во всех случаях очень близко совпадают со значениями прочности при осевом растяжении [1].

Данные испытаний приведены в таблице 2.

Известно, что для обеспечения устойчивого режима транспортирования по трубам и равномерную укладку в выработанном пространстве регламентируется растекаемость смеси 13-20 см [2].

Таблица 2

Экспериментальные данные

№ серии	МБМ, % от массы вяжущего вещества	Диаметр пятна растекания по Суттарду, мм (растекаемость)	Предел прочности на растяжение		Коэффициент трещиностойкости
			при изгибе, МПа	методом раскалывания, МПа	
1	0	210	2,685	0,399	0,431
2	7,1	174	3,06	0,540	0,547

Из таблицы 2 следует, что введение в твердеющую смесь микрофибры базальтовой модифицированной МБМ в количестве 7,1% от массы вяжущего вещества позволяет направленно изменять свойства закладочных композиционных материалов в части увеличения их прочности на растяжение и трещиностойкости при сохранении консистенции смеси, пригодной для транспортирования по трубам и растекания в выработанном пространстве.

Исследования выполнены с применением оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием НИУ «БелГУ» «Диагностика структуры и свойств наноматериалов»

Литература

1. Стольников В.В. Трещиностойкость бетона / В.В. Стольников, Р.Е. Литвинова. – М.: Энергия, 1972. – 113 с.

2. Монтянова А.Н. Формирование закладочных массивов при разработке алмазных месторождений в криолитозоне / А.Н. Монтянова. – М.: Горная книга, 2009. – 597 с.

Ключевые слова: «нано» инструменты, закладочные композиционные материалы, микрофибра базальтовая модифицированная наночастицами фуллероидного типа, прочностные характеристики

Keywords: "nano" tools, backfilling composite materials, nano-modified basalt micro-fibreare, the strength characteristics, shrinkage deformation

Ермолович Елена Ахмедовна, профессор кафедры прикладной геологии и горного дела НИУ «БелГУ», доктор техн. наук, e-mail: elena.ermolovich@mail.ru

Ермолович Олег Вячеславович, председатель наблюдательного совета ООО «Торговый дом «Карина», e-mail: oleg.ermolovich@mail.ru

Ermolovich E.A Professor of a Chair of Applied Geology and Mining, Belgorod State National Research University, Doctor of Engineering Sciences, e-mail: elena.ermolovich@mail.ru

Ermolovich O.V., Vice Chairman of the Supervisory Board, LLC Trading House "Karina", e-mail: oleg.ermolovich@mail.ru

Для цитирования:

Ермолович Е.А. Направленные изменения свойств закладочных композиционных материалов/ Е.А. Ермолович, О.В. Ермолович // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 356 – 359.

Citation:

Ermolovich E.A. Directional changes in the properties of backfilling composite materials/ E.A. Ermolovich, O.V. Ermolovich // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 356 – 359.

УДК 692.415.5.(075.8)

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВИДОВ РУЛОННЫХ КРОВЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Л.А. Еропов, Т.О. Ванькина

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
г. Владимир, Россия

Аннотация

В статье приведены основные виды современных рулонных кровельных материалов, указаны их достоинства и недостатки на основании которых производится их применение. Современные рулонные кровельные материалы используются взамен традиционных материалов - рубероида, толя и т.п. из-за их повышенной прочности, долговечности, герметичности. Анализ практического применения был произведен по результатам обследований и визуальных наблюдений.

FEATURES APPLICATION OF MODERN ROOFING FELTS

Abstract

The article describes the main types of modern roofing materials, their advantages and disadvantages on the basis of which is their application. Modern roofing materials are used instead of traditional materials, roofing material, roofing etc due to their high tensile strength, durability, air tightness. Analysis of practical application was performed on the survey results and visual observations.

Кровельные рулонные материалы предназначены для обеспечения полной изоляции строительных конструкций зданий и сооружений от воздействия агрессивной внешней среды, особенно воды, влажного воздуха и других атмосферных факторов. В связи с этим материалы данной группы должны быть водонепроницаемыми, удовлетворять требованиям прочности, деформативности, химической стойкости, водостойкости и долговечности.

Области применения этих материалов многообразны. Они требуются обычных плоских и малоуклонных кровельных покрытий зданий, для заделки прослоек в кровле, для герметизации стыков, температурных швов, отверстий в крупнопанельном строительстве и при прокладке труб, при устройстве водонаполненной кровли.

По виду применяемого связующего современные рулонные кровельные материалы классифицируют на битумные, битумно-

полимерные, битумно-резиновые, полимерные. В течение нескольких десятилетий в массовом строительстве широко применялись кровли на основе битумных материалов. В последние два десятилетия появилось огромное количество модифицированных, улучшенных специальными добавками битумных материалов на негниющей основе, совершенно новые типы мягких покрытий: полимерные мембраны, двухкомпонентные мастики и прочие.

Рулонные материалы представляют собой полотнища, скатанные в рулоны. Полотнища выпускаются шириной около 1м и длиной от 7 до 20м, длина полотнища определяется толщиной материала, составляющей обычно 1,0 - 6,0мм. Рулонные материалы могут обеспечивать водонепроницаемость даже при нулевых уклонах, а верхний предел рекомендуемых уклонов составляет 45 – 50 °С. Кровельный ковер из современных рулонных материалов, в соответствии с новыми нормами принимается двух- или трехслойным. Поэтому различают материалы для нижнего и для верхнего слоя. Вес 1м кровельного ковра, в зависимости от вида материала и количества слоев составляет примерно от 5 до 12кг.

В развитии производства рулонных материалов важными новшествами стали: замена биологически недолговечной картонной основы негниющими материалами - стеклохолстами, стеклотканями, тканью из полиэстера; применение в рулонных материалах полимеров, как в качестве модификаторов битума (битумно-полимерные материалы), так и для создания чисто полимерных кровельных материалов (полимерные мембраны). При этом кроме биологической долговечности материала, увеличилась и его прочность. Однако некоторые недостатки, присущие битумным материалам остались. Это, в первую очередь, проблемы, связанные со «старением» битума.

В настоящее время в нашей стране и за рубежом, в качестве основных компонентов для изготовления мягких кровель, применяются окисленный и модифицированный битумы, а также полимеры. Большая часть кровельных и гидроизоляционных материалов на основе битума изготавливается из модифицированного битума. В качестве модификаторов используются синтетический каучук стирол-бутадиен-стирол (СБС) и атактический полипропилен (АПП). СБС модифицированные материалы можно применять при более низких температурах, чем АПП.

Битумы, модифицированные АПП, характеризуются высокой теплостойкостью, хорошей гибкостью на холоде (до –20 °С) и высокой устойчивостью к атмосферным воздействиям. Материалы на основе таких модифицированных битумов позволяют производить работы по

устройству кровли из рулонных материалов при отрицательных температурах. Для защиты битумно-полимерных материалов от солнечного излучения применяют бронирующие посыпки из цветной минеральной или полимерной крошки.

При производстве битумно-полимерных кровельных материалов применяются модификаторы битума (специальные полимеры), которые позволяют в значительной степени снизить недостатки, присущие битумным материалам. В качестве основ для битумно-полимерных материалов используются негниющие материалы. Это либо стеклоткани, стеклохолсты и т.п. (неэластичные материалы), либо эластичные полимерные волокна. Современные битумно-полимерные материалы существенно дороже битумных, но их укладывают меньшим количеством слоев (2-3 слоя вместо 4-5) и срок службы их в 2-5 раз больше. Так что эксплуатационные затраты на ремонт, в подобных случаях сократятся в 2-3 раза, а при регулярном обслуживании кровель в 4 раза.

В современном строительстве используются также кровельные материалы на битумной основе с защитным слоем из тисненной теплостойкой металлической фольги из полированного или цветного алюминия, меди или нержавеющей стали, что обеспечивает высокую степень коррозионной стойкости. Благодаря своей эластичности такие рулонные материалы, модифицированные СБС, обладают высокой степенью трещиностойкости. Эти системы не подвергается разрывам от тепловых воздействий благодаря специальному методу рифления поверхности фольги.

Мембранные кровли широкое распространение в России получили недавно, поэтому общая доля мембранных кровель в нашей стране среди всех типов мягких кровель не превышает 1,5%. Привлекательность мембранных кровель кроется в их уникальной долговечности по отношению ко всем остальным типам кровель, а так же в простоте их монтажа и ремонта. Толщина кровельных мембран составляет от 0,8 до 1,5 - 2мм. Средний вес одного квадратного метра - 1,3кг. В зависимости от полимерного материала, составляющего основание полотна, кровельные мембраны разделяют на три типа ЭПДМ, ПВХ и ТПО.

ЭПДМ (EPDM) мембраны, это материалы, основанием которых является полимеризованный Этилен-Пропилен-Диен-Мономер (синтетический каучук). С целью увеличения прочностных характеристик каучуковое основание армируют полиэфирной сеткой. ЭПДМ мембраны отличаются от остальных типов мембран более низкой ценой и более высокой эластичностью.

Промышленностью выпускаются разновидности ЭПДМ мембран, то есть композиционные кровельные мембраны, верхний слой у которых состоит из синтетического каучука, а нижний состоит из вязко-пластичного полимерно-битумного материала. Между слоями расположена армирующая сетка из стеклоткани.

ПВХ мембраны в своей основе имеют пластифицированный ПолиВинилХлорид, армированный полиэфирной сеткой. С целью повышения эластичности поливи-нихроида в его состав вводят большую долю (до 40%) летучих пластификаторов. Полотна ПВХ мембран свариваются с помощью специального оборудования горячим воздухом. ПВХ мембраны выгодно отличаются от остальных типов кровельных мембран более высокой устойчивостью к ультрафиолету, огнестойкостью и широким диапазоном цветовых расцветок мембранных полотен.

В ТПО мембранах основой служат термопластичные олефины, армированные сеткой из полиэстера и (или) тканью из стекловолокна. Выпускаются также неармированные ТПО мембраны. Полиэфирный материал, состоящий из смеси этилен-пропиленового каучука и полипропилена у разных производителей носит разное название. Кровельные ТПО мембраны менее эластичны, чем ЭПДМ и ПХО мембраны, но при этом обладают более высокой прочностью. Их целесообразно использовать на кровлях сложной конфигурации.

В последнее время стало очевидным, что наиболее перспективным является системный подход к обустройству мягкой кровли, при котором должна учитываться совместная работа всех элементов кровельного пирога в конкретных условиях. Использование современных рулонных материалов (полимерных мембран), долговечных теплоизоляционных плит и специального крепежа буквально дало новую жизнь этому типу кровли. Анализ практического применения был произведен по результатам обследований и визуальных наблюдений.

Литература

1. Арзамасов Б.Н., Макарова В.И., Материаловедение: Учебник для вузов. - М.: МГТУ им. Баумана, 2005. - 646с.
2. Барташевич А.А., Бахар Л.М. Материаловедение: Учебное пособие.-Изд. 2-е. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. - 348с.

Ключевые слова: рулонные, кровельные, битумы, мембраны, стеклоткань, прочность, деформативность.

Keywords: rolls, roofing, bitumen, membrane, fiberglass, strength, deformability.

Еропов Лев Алексеевич - кандидат технических наук по специальности 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения», доцент кафедры «Архитектура» Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

E-mail: polikrovly@mail.ru

600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ (Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых), кафедра «Архитектура». Тел. (4922) 47-99-32 (преподавательская).

Ванькина Татьяна Олеговна - студентка специальности 07.03.01 «Архитектура». Гр. Арх-112 Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ (Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых). Тел. (4922) 47-99-32 (преподавательская кафедры «Архитектура»), (4922) 47-98-76 (деканат).

Yeropov Lev Alekseevich - candidate of technical Sciences, specialty 05.23.01 "Building constructions, buildings and structures", the Professor.

Department of "Architecture" of Vladimir state University named after Alexander G. and Nicholas G. Stretovych, the position of associate Professor. E-mail: polikrovly@mail.ru

600000, Vladimir, street bitter, 87, Vladimir state University (Vladimir state University named after Alexander G. and Nicholas G. Stretovych), the Department of "Architecture". Phone (4922) 47-99-32 (teaching).

Vankina Tatiana Olegovna - a student majoring 07.03.01 Architecture.

Student of gr. Architect-112 Vladimir state University named Alexander G. and Nicholas G. Stretovych.

600000, Vladimir, Gorky St., 87, Vladimir state University (Vladimir state University named Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs). Tel:

(4922) 47-99-32 teachers and students of the Department "Architecture".),
(4922) 47-98-76 (Dean's office).

Для цитирования:

Еропов Л.А. Особенности применения современных видов рулонных кровельных материалов/ Л.А. Еропов, Т.О. Ванькина // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 360 – 365.

Citation:

Yeropov L.A. Features application of modern roofing felts / L.A. Yeropov, T.O. Vankina // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 360 – 365.

УДК 625.855

СОСТАВ И СВОЙСТВА НЕФТЯНЫХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ДОБАВОК ПОВЕРХНОСТНО- АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

В.Ю. Иливанов

ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, РФ

Аннотация.

Рассматривается влияние поверхностно-активного вещества добавки кубовых остатков производства «Новантокс 8ПФДА» на свойства и состав вязкого дорожного битума. Показана возможность применения добавки для повышения водоустойчивости асфальтобетона.

THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF OIL ROAD BITUMEN UNDER THE INFLUENCE OF VARIOUS ADDITIVES SURFACTANTS

Abstract.

Examines the influence of surfactant additives bottoms production residues "Novantox 8PFDA" on the properties and composition of viscous road bitumen. The possibility of using this additive surfactants to improve water resistance of asphalt concrete.

Наиболее распространенным из органических вяжущих материалов является нефтяной битум. До настоящего времени о химическом строении и структуре битумов, и о методах определения их состава занимались известные ученые Руденская И.М, Руденский А.В, Розенталь Д.А и другие. Особенности свойств органических вяжущих оказывают существенное влияние на характеристики дорожных покрытий и оснований, их эксплуатационную надежность и сроки службы.

Основными характеристиками качества органических вяжущих являются: адгезионные свойства, определяющие сцепление вяжущих с минеральными материалами: реологические свойства, обуславливающие технологические и эксплуатационные параметры декоративности и прочности; физико-химические свойства, определяющие устойчивость к воздействию погодно-климатических и эксплуатационных факторов в течение срока службы (устойчивость к тепловому и радиационному старению, водостойкость).

Особенностью битума как материала является то, что он представляет собой коллоидную систему. Дисперсионной средой коллоидной системы служат масла и смолы, а дисперсная фаза представлена асфальтенами, что впервые было доказано Нелленштейном и впоследствии подтверждено многими исследователями. Битум как материал, представляющий собой коллоидную систему, характеризуется, с одной стороны, по свойствам текучести (реологическими показателями), с другой стороны, как товарный продукт рядом эмпирических характеристик. Основными из этих характеристик, вошедших в стандарты большинства стран, являются: глубина проникания стандартной иглы в слой битума (пенетрация), температура размягчения, растяжимость (дуктильность), температура хрупкости, вязкость, растворимость, характер сцепления с поверхностью минеральных материалов и др. Указанные показатели определяются в строго регламентированных условиях, поэтому весьма приблизительно могут прогнозировать свойства битумов при эксплуатации, так как условия, в которых используются битумы, многообразны и достаточно жестки, особенно для дорожных битумов.

Колбановская А.С. рекомендует регулировать процесс структурообразования не только соотношением основных компонентов, но и изменением природы и характера основных структурообразующих элементов, которое достигается введением в смесь углеводородов полимерных или поверхностно-активных веществ. Основное количество производимых в нашей стране битумов получают путем окисления гудронов, в процессе которого протекают весьма сложные превращения компонентов битума. Эти превращения могут быть определены только на основании глубокого изучения химического изменения компонентов битума.

Сырьем для получения нефтяных битумов служит главным образом остаток прямой перегонки нефти — гудрон, а также (в значительно меньшей степени) как добавки к гудрону асфальт-пропановой деасфальтизации гудронов и экстракт селективной очистки масел. Нефтяные битумы представляют собой материалы, содержащие в своем составе множество соединений углерода с водородом (т. е. углеводородов) и их производных, включающих серу, кислород и азот. Углеводороды и их производные, входящие в состав битумов, весьма разнообразны по своему строению. В состав дорожных нефтяных битумов входит от 70 до 85% углерода, содержание водорода не превышает 15%. Содержание серы в природных битумах может достигать 10%, а в нефтяных битумах - обычно не более 1.5%. Содержание кислорода редко достигает 2%. Азот содержится в долях

процента. В битумах присутствуют весьма малые количества (следы) некоторых металлов — V, Ni, Co, Fe, U в виде сложных соединений, называемых порфиринами комплексами.

Для определения состава битумов наиболее часто используют метод, аналогичный анализу масляных фракций нефти, разработанный Всесоюзным научно-исследовательским институтом переработки нефти ВНИИ НП и дополненный СоюздорНИИ.

Химический состав обуславливает особенности структуры битумов; изменением химического состава можно изменить и его структуру, а следовательно, и тесно связанные со структурой реологические свойства.

Для повышения качества органических вяжущих добавляют поверхностно-активные вещества. ПАВ применяют 2 типов - катионоактивные и анионоактивные. Оба класса – углеводородные соединения с длинной цепью, имеющие полярные группы. Расход ПАВ, улучшающих сцепление вяжущего с минеральными материалами, составляет в среднем: для катионоактивных - 0,5-2,0 % от массы битума, анионоактивных - 3-5%, смол твердых топлив -7-12%.

В ходе выполненных исследований выявлено влияние добавки кубовых остатков производства «Новантокс 8ПФДА», образующихся в процессе производства ПАО «Химпром» на свойства битума, результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование показателей и единицы измерения	Треб-я ГОСТ 22245-90	Величина показателя				
		Исх. БНД 60/90	Битум + добавка кубовых остатков производства «Новантокс 8ПФДА», %			
			0,5	0,75	1,0	1,25
1.Глубина проникания иглы 0,1 мм						
при 25°С	61-90	73	71	73	74	76
при 0°С	Не менее 20	22	21	22	22	22
2.Темп-ра размягчения по КиШ, °С	Не ниже 47	48,5	47,8	47,4	47,2	46,9
3.Темп-ра хрупкости, °С	Не выше -15	-19	-21	-21	-21	-21
4. Изменение темп-ры размягчения после прогрева, °С	Не более 5	4	4	5	5	5
5.Индекс пенетрации	от -1 до +1	-0,66	-0,93	-0,97	-0,99	-1,0

Выполнено экспериментальное изучение процессов старения битума с добавлением кубовых остатков производства «Новантокс 8ПФДА» при высоких температурах, где показано замедление процесса изменения пенетрации битумов БНД 60/90 и БНД 90/130, т.е. старение битума, при этом битум БНД 90/130 менее подвержен изменению пенетрации во времени.

При этом в ходе испытаний наблюдается некоторое изменение температуры размягчения по методу «кольцо и шар» в сторону уменьшения. Таким образом, возникает новая задача – разработать состав адгезионной добавки для всех типов асфальтобетонных смесей на основе кубовых остатков производства «Новантокс 8ПФДА» с добавлением компонентов, позволяющих повысить показатель температуры размягчения. А также разработать методику определения состава вязких битумов, для исследования влияния существующих и новых видов адгезионных добавок на состав и свойства используемых вязких дорожных битумов, а также асфальтобетонных покрытий с их применением.

Литература

1. Руденская, И.М., Руденский, А.В. Реологические свойства битумов. /М: Высшая школа, – 1967.–118 с.
2. Руденская, И.М. Состав и строение битумов // Расширение ресурсов вяжущих для дорожного хозяйства.– М.: 1979.– С. 5-14.
3. Салихов, М.Г. Физико-химическая механика черного карбонатного щебня: учеб.пособие. / М.Г. Салихов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001.– 108 с.
4. Технические поверхностно-активные вещества из вторичных ресурсов в дорожном строительстве. Под ред. И. В. Королёва. - М.: Транспорт.– 1991.– 144 с.

Ключевые слова: битум, асфальтобетон, поверхностно-активные вещества (ПАВ), сцепление.

Keywords: bitumen, asphalt, surface active agents (surfactants), grip.

Иливанов Виктор Юрьевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Строительных технологий, геотехники и экономики строительства» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

Ilivanov Viktor Y., Ph.D., senior lecturer in "Construction technology, geotechnics and Economics of construction" "Chuvash State University named after I.N. Ulyanov", e-mail: ilivanovv@rambler.ru

Для цитирования:

Иливанов В.Ю. Состав и свойства нефтяных дорожных битумов под действием различных добавок поверхностно-активных веществ / В.Ю. Иливанов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 366 – 370.

Citation:

Ilivanov V.Yu. The composition and properties of oil road bitumen under the influence of various additives surfactants / V.Yu. Ilivanov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 366 – 370.

УДК 625.7:658.56

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ПРИДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

А.И.Ильина, В.Ф.Богданов

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет
им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье приводятся данные о системе менеджмента качества в дорожном строительстве, осуществляемом публичным акционерным обществом «Дорисс». Анализ системы проводится с целью дальнейшего ее совершенствования для удовлетворения потребностей и ожиданий заказчиков в повышении качества выполняемых дорожных работ и придорожной инфраструктуры.

FEATURES OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE CONSTRUCTION OF ROADS AND ROADSIDE INFRASTRUCTURE

Abstract

The article presents the data about the quality management system in road construction by public joint-stock society "Doriss". Analysis of the system is carried out with the aim of further improvement to meet the needs and expectations of customers in improving the quality of road works and road infrastructure.

В настоящее время огромное внимание уделяют проблемам повышения качества строительства. В условиях рыночной экономики эта проблема стала особенно актуальной. Качество строительства автомобильных дорог и придорожной инфраструктуры – это проблема, включающая в себя соблюдение норм, правил и требований, для обеспечения надежности и долговечности инженерных сооружений.

Конкуренция между предприятиями из года в год растет, что говорит о том, что необходимо разрабатывать программы, повышающие качество строительной продукции. При этом необходимо осуществлять анализ управления качеством с целью обеспечения организации необходимыми документами, нормами и стандартами, отвечающих современным требованиям для выполнения поставленных задач в области качества.

Основополагающим документом, описывающим особенности системы менеджмента качества в строительстве Публичного акционерного общества «Дорисс» (ПАО «Дорисс») является Руководство по качеству. Документ определяет принципы построения, организацию системы менеджмента качества и практические действия, применяемые в организации для обеспечения соответствия требованиям потребителей и обязательным требованиям в соответствии с ГОСТ [1].

Система менеджмента качества направлена на удовлетворение потребностей и ожиданий заказчиков выполняемых работ для того, чтобы сформировать у них доверие в том, что выполняемые дорожные работы качественные, корректны, выполнены в соответствии с действующими требованиями в установленные сроки.

Общая стратегия ПАО «Дорисс» в вопросах качества определена Политикой в области качества. В рамках требований по постоянному совершенствованию системы менеджмента качества, Политика в области качества анализируется Генеральным директором на постоянную пригодность на основании данных мониторинга рынка дорожно-строительных работ и требований заказчика и актуализируется по мере накопления информации и данных один раз в год. Информация о необходимости внесения корректиров в Политику в области качества отражается в ежегодных отчетах по функционированию системы менеджмента качества.

Политика ПАО «Дорисс» является основой для постановки и анализа целей в области качества. Согласно с принятой Политикой в области качества, исходя из условия непрерывного улучшения и совершенствования, устанавливаются Цели в области качества, к которым стремится организация в ближайшем году. По мере их достижения, устанавливаются другие, более актуальные на данном этапе Цели в области качества. Информация о необходимости внесения корректиров в Цели в области качества отражается в ежегодных отчетах по функционированию системы менеджмента качества.

Целью строительной организации в первую очередь является непрерывное улучшение качества дорожно-строительной продукции и процессов ее создания, упрочнение существующих деловых связей и расширение числа заказчиков и партнеров, обеспечение удовлетворенности всех заинтересованных лиц и повышение эффективности организации.

Документация Системы менеджмента качества включает: стандарты организации, положения о подразделениях, должностные

инструкции, шаблоны записей о качестве, приложения к документам, организационно-распорядительные документы и внешние документы.

Для постоянного учета и регулирования качества работ при новом строительстве и реконструкции в организации проводится производственный контроль, который включает проверку качественных и количественных характеристики сырья, климатических условий проведения работ, основных этапов возведения насыпи земляного полотна, основных этапов устройства асфальтобетонного покрытия.

Принципами достижения целей являются:

- производство работы в соответствии со строгим соблюдением норм, правил, требований потребителей;
- применение современных, надежных технологий, материалов и оборудований;
- осуществление постоянного контроля качества работ;
- постоянное развитие материально-технической базы предприятия, повышение квалификации сотрудников;
- поддержание партнерских взаимоотношений с поставщиками;
- совершенствование системы менеджмента качества на принципах ГОСТ [1];
- развитие корпоративной культуры и улучшение условий труда и экономического благосостояния.

Ответственный Представитель руководства по качеству – главный инженер, каждые шесть месяцев организует и проводит совещания по вопросам качества выполняемых дорожно-строительных работ. В работе совещания принимают участие все специалисты организации. На совещании обсуждаются результаты работ по сданным объектам, либо по объектам, готовящимся к сдаче, а также вопросы совершенствования системы менеджмента качества. Результаты совещаний протоколируются и анализируются руководством с целью планирования улучшения деятельности предприятия в вопросах качества. Первый заместитель генерального директора – руководитель экономической службы, главный инженер и заместитель генерального директора по финансам обеспечивают производство дорожно-строительных работ необходимыми ресурсами.

Ответственность за производство работ по строительству дорог, инженерных сетей и сооружений, за основной производственный процесс в ПАО «Дорисс», несет директор по строительству автомобильных дорог.

Руководство акционерного общества обеспечивает выполнение положений Политики и целей в области качества путем создания и поддержания условий для производства дорожно-строительных работ.

Следует отметить, что система менеджмента качества ПАО «Дорисс» успешно функционирует благодаря: профессиональному кадровому составу, технологическому оборудованию, оборудованию для мониторинга и измерений, нормативной, технической, технологической документации и программному обеспечению.

Персонал, непосредственно участвующий в технологическом процессе (машинисты асфальтоукладчиков, асфальтобетонщики и т. д.) должен отвечать определенным квалификационным требованиям, которые определены в должностных инструкциях.

Работники проходят ежегодную внутреннюю аттестацию на профессиональную пригодность, результаты которой фиксируются в их личном деле. Инженерно-технический персонал (Генеральный директор, директора по строительству автомобильных дорог, производству, финансам, технический директор, инженеры, мастера и т. д.) проходят периодическую (один раз в три года) подготовку в специализированных организациях, результаты такой подготовки фиксируются в личном деле работника. Количество специалистов определяется исходя из объемов работ, заключенных договоров. При необходимости, на время освоения работ по договору формируются несколько бригад. По освоению работ и в связи с сезонностью характера работ бригады расформировываются.

Записи об образовании, подготовке, навыках и опыте поддерживаются и управляются отделом кадров в соответствии со стандартом организации [2].

Анализ системы менеджмента качества в ПАО «Дорисс» показал, что повышение квалификации сотрудников, расчет качественных и количественных характеристик материалов и сырья, осуществление постоянного контроля качества выполняемых работ приведет к более эффективному использованию имеющихся ресурсов.

Таким образом, система менеджмента качества ПАО «Дорисс» соответствует требованиям ГОСТ [1], за исключением требований п.7.3., так как область деятельности ПАО «Дорисс» не предусматривает такие виды работ как «проектирование и разработка».

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2011. Система менеджмента качества. Требования.
2. Стандарт организации СТО-СМК-ДП-011-2010 «Управление персоналом».

Ключевые слова: система менеджмента качества, руководство по качеству, стандарты организации, качество сырья, должностные инструкции, шаблоны записей, организационно-распорядительные и внешние документы, строительный контроль, аудит, сертификация.

Key words: quality management system, quality manual, standards organizations, the quality of raw materials, job descriptions, templates, records, regulatory and external documents, construction supervision, audit, certification.

Ильина Анжелика Игоревна, магистрант кафедры Строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова», пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары, e-mail: anzhelka_7@mail.ru; тел. 89196747669

Богданов Василий Филиппович, доцент строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова», пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары, e-mail: bogdanov-1943@mail.ru; тел. 8(8352) 62-55-31

Ilina Angelica Igorevna, postgraduate of the Department of Building technology, geotechnics and Economics of construction and construction Department of the "Chuvash state University. I. N. Ulyanov", Lenin Ave, 6, Building Department, office N-407, Cheboksary, e-mail: anzhelka_7@mail.ru; tel 89196747669

Bogdanov Vasily Filippovich, associate Professor of civil engineering faculty of the "Chuvash state University. I. N. Ulyanov", Lenin street, 6, Building Department, office N-407, Cheboksary, e-mail: bogdanov-1943@mail.ru; phone: 8(8352) 62-55-31

Для цитирования

Ильина А.И. Особенности системы менеджмента качества в строительстве автомобильных дорог и придорожной инфраструктуры /

А.И. Ильина, В.Ф. Богданов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 371 – 376.

Citations

Ilyina A.I. features of quality management system in the construction of roads and roadside infrastructure / A.I. Ilyina, V. F. Bogdanov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 371 – 376.

УДК 658.562 : 624

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

И.В.Львов

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет
им. И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация.

В статье приведен краткий анализ качества и аварий зданий, сооружений, произошедших в России и за рубежом, выявлены причины их возникновения. Предложены основные направления решения проблемы качества и безопасности в строительстве.

PROBLEMS OF QUALITY AND SAFETY IN CONSTRUCTION

Abstract.

The article provides a brief analysis of the quality and failures of buildings, took place in Russia and abroad, the causes of their occurrence. The basic directions of the decision quality and safety issues in construction.

Одним из наиболее важных условий интенсивного развития экономики страны является существенное повышение качества во всех отраслях народного хозяйства, в том числе и в строительной. Качество определяют как совокупность специфических свойств объекта, которые относятся к его возможности удовлетворять установленные и возможные потребности, зависящие от человека. Под качеством продукции также имеют в виду совокупность свойств этой продукции, определяющих степень её полезности, способной удовлетворять потребности людей в соответствии с задачей самой продукции. Данное понятие охватывает все виды продукции, включая и строительную продукцию.

Однако суждение о качестве строительной продукции кардинально отличается от понятия качества благ в других отраслях народного хозяйства. Дело в том, что процесс производства, конечная строительная продукция имеют свои особенности, присущие только строительной отрасли. Их достаточно много, перечислять не будем, они в основном известны. Но две особенности, связанных с качеством создания и эксплуатации зданий и сооружений необходимо выделить. Первая – это то, что в виде строительной продукции выступает не конечная продукция, а

строительно - монтажные работы (СМР). Вторая – конечная строительная продукция в основном связана с постоянным или временным нахождением в ней людей, то есть состоянием здоровья физических лиц.

Поэтому можно утвердительно констатировать, что понятие качества в строительстве непосредственно связано с аварийностью при возведении зданий и сооружений и причинения вреда здоровью потребителей в процессе их эксплуатации.

Рассмотрим более подробно аварии в строительстве, связанные с низким качеством строительно – монтажных работ (СМР).

Под аварией при производстве СМР понимается обрушение, повреждение здания, сооружения в целом, его части или отдельного конструктивного элемента, а также превышение ими предельно допустимых деформаций, угрожающих безопасности людей. В понятие аварии входят также обрушения и повреждения зданий и сооружений, произошедшие в результате природно-климатических воздействий (землетрясение, ветровой напор, снеговая нагрузка и т.д.), интенсивность которых не превышала проектных значений [5].

По результатам ежегодных проверок инспекций Госархстройнадзора России было установлено, что 80-90% строящихся объектов имеют значительные и критические дефекты при возведении ответственных конструкций, снижающие их прочность и устойчивость. В среднем в год на территории РФ приостанавливается более 700 объектов строительства и около трети из них - по причине угрозы аварии.

Департаментом мониторинга и взаимодействия с органами государственной власти Национального Объединения Строителей НОСТРОЙ был проведен анализ аварий зданий и сооружений, произошедших в последнее время, который вызвал ряд вопросов о причинах их происхождения и мерах борьбы с ними.

Аварийность и травматизм в строительстве за 2 года после введения так называемого саморегулирования (СРО) с 1 января 2010 г. увеличились почти в 2 раза. Всего за 2011 год произошло аварий и происшествий: 187 (аварий - 84, происшествий - 103). За 9 месяцев 2012 года произошло 257 аварий и происшествий (аварий - 127, происшествий - 130) (фактические данные здесь и ниже приведены из [4]).

Пострадало в 2011 году: 264 человека (погибло 135 человек, пострадало 129 человек). Пострадало за 9 месяцев 2012 года: 325 человек (погибло 169 человек, пострадало 156 человек). Очевиден значительный рост увеличения числа аварий и пострадавших.

Здесь следует подчеркнуть, что многие оппоненты ведения СРО вероятно были правы, что закон о СРО не дает ответа на самый главный вопрос: как СРО будет контролировать качество строительства?.

Наибольшее количество аварий наблюдается в промышленном строительстве, связанным с необходимостью перекрытия больших пролетов, наиболее полным использованием прочностных ресурсов материалов при интенсивных статических и динамических нагрузках, коррозионных воздействиях и большой вероятности случайных механических повреждений.

Количественное распределение аварий по видам строительства, % :

промышленное -41; жилищное – 29; гражданское -24;
сельскохозяйственное – 4,5;

по типам конструкций: каменные – 46; железобетонные – 26;
стальные – 20; другие – 8.

Большое количество аварий кирпичных зданий обусловлено значительной неоднородностью каменных конструкций, применением некачественных материалов, отступлением от проектных решений и нарушением правил технической эксплуатации.

За последнее десятилетие произошли серьезные аварии большепролетных сооружений в России и Европе. В 2004 г. в результате проектных ошибок явилось обрушение железобетонной оболочки покрытия аквапарка в Ясенево; в 2005 года обрушилось покрытие бассейна в г. Чусовой Пермской области; в 2006 года обрушилось железобетонное покрытие Басманного рынка в Москве. В 2006 года в Германии под обрушившейся крышей катка погибли 10 человек. В том же году в г. Катовице (Польша) произошло обрушение покрытия выставочного павильона площадью 10 тыс. м². Перечисленные аварии были связаны с повышенной снеговой нагрузкой и неудовлетворительным состоянием конструкций.

Анализ причин аварий, произошедших за последние годы показывает, что 50-60% аварий происходят из-за низкого качества строительно-монтажных работ и применяемых материалов. Около четверти аварий связаны с нарушением правил технической эксплуатации зданий и сооружений. Применение ошибочных проектных решений, и превышение нагрузок и внешних воздействий являются причиной примерно 10% аварий.

Усредненные данные по причинам аварий стальных конструкций таковы: дефекты изготовления и монтажа - 48,3%;

неудачное проектное решение, ошибки проекта - 25,1%; неправильное содержание - 16,3%; недоработки норм проектирования - 4%; прочие - 0,3%.

Таким образом, основные причины аварий связаны с производством работ, и значительно снизить аварийность в строительстве возможно, в первую очередь, обеспечивая качество СМР. Однако бездефектность работ - необходимое, но недостаточное условие безопасного строительства [1].

Последние исследования описывают отказ конструкции, как наложение нескольких событий в виде случайных отклонений характеристик материалов, нагрузки и человеческих ошибок. Оценены вероятности реализации указанных событий (табл. 1).

Таблица 1

Вероятности ошибок участников строительства

Событие	Вероятность события	
	Западная Европа	Россия
Ошибка архитектора	0,10	Не исследовано
Ошибка проектировщика	0,40	0,20
Ошибка производителя работ	0,50	0,50...0,60
Ошибка контролирующего лица	0,10	Не исследовано
Ошибка при эксплуатации	0,02	0,10....0,15
Перегрузка конструкций	0,02	Около 0,05
Слабый материал	0,02	Около 0,20

Как видим, в Западной Европе чаще ошибаются проектировщики и строители, в России - поставщики материалов, строители, службы эксплуатации. Однако, как в Европе, так и в России около 80% аварий обусловлены ошибками участников инвестиционно-строительного процесса. Определенной гарантией безошибочного строительства является эффективные системы менеджмента качества его участников, охватывающие все необходимые для реализации проекта ресурсы (организационные, материально-технические, методологические и др.). Современные требования к системам менеджмента качества содержатся в международных стандартах ИСО серии 9000 и их российских аналогах [3].

Установлено, что причинами аварий зданий и сооружений являются критические дефекты в комбинации с человеческими ошибками при проектировании, изготовлении, монтаже и

эксплуатации конструкций [6].

Дефект - отдельное несоответствие продукции установленным требованиям. В ГОСТ 15467 дефекты классифицируют по значимости: на критические, значительные и малозначительные; по возможности выявления - на явные и скрытые; по возможности устранения - на устранимые и неустраняемые.

Критическим считается дефект, при наличии которого здание, сооружение, его часть или конструктивный элемент функционально непригодны, дальнейшее ведение работ по условиям прочности и устойчивости небезопасно, либо может повлечь снижение указанных характеристик в процессе эксплуатации. Для выявления критических дефектов, как правило, применяют сплошной контроль.

Значительный дефект - дефект, существенно ухудшающий эксплуатационные характеристики строительной продукции и ее долговечность. Для выявления значительных дефектов используется выборочный контроль с большим объемом выборки.

Малозначительный дефект существенно не влияет на использование строительной продукции или ее долговечность. Для выявления малозначительных дефектов применяется выборочный контроль с малым объемом выборки.

В системе Госархстройнадзора России используется классификатор основных видов дефектов в строительстве с ранжированием дефектов на критические и значительные. Критические дефекты подлежат безусловному устранению до начала последующих работ или с приостановкой начатых СМР.

Распределение дефектов в строительстве может быть представлено по следующим статистическим данным. По причинам происхождения: ошибки проектирования - 4%; низкое качество материалов и изделий - 17%; низкое качество монтажа - 42%; неудовлетворительная эксплуатация - 18%; совокупность причин - 19%.

По времени проявления: в период строительства - 48%; построено, но не сдано в эксплуатацию - 20%; в период эксплуатации - 29% (в том числе до 1 года -12%; до 15 лет - 7%; свыше 15 лет -10%); после ремонта -3%.

По видам конструкций: основания - 3%; стальные - 6%; деревянные - 7%; железобетонные - 17%; кирпичные - 18%; сочетания различных конструкций - 49%.

По некоторым статистическим данным из Германии, наглядно демонстрирующим проблематику неудовлетворительного выполнения строительно-монтажных работ, 42% дефектов

возникают из-за недостаточных предварительных исследований или ошибок в проектировании, 58% дефектов возникают во время проведения строительных работ. Из них 11% связаны с недостатками организации, 26% - неудовлетворительным качеством СМР, 21% - с другими причинами. Около 80% всех повреждений возникают примерно в течении первых 5 лет эксплуатации зданий.

Обеспечение надежной работы системы «основание - фундамент - надземное сооружение» зависит от качества устройства основания и фундаментов, которые впоследствии остаются скрытыми и недоступными для визуальных наблюдений. Пригодность к эксплуатации надземного сооружения является главным критерием при контроле качества и обеспечении надежности подсистемы «основание - фундамент». Среди основных причин деформаций и разрушений зданий называют: ошибки инженерно-геологических изысканий и проектирования - 11%, дефекты строительства - 32%, ошибки при эксплуатации - 42%, прочие причины (износ, подтопление и т.д.) - 15%. По другим данным: упущения на стадии изысканий - 10%; ошибки проектирования - 18%; дефекты строительства - 17%; ошибки при эксплуатации зданий - 28%; при эксплуатации территорий - 27%. Дефекты устройства оснований и фундаментов также систематизируют по причинам их возникновения.

Таким образом, анализ аварий, отказов и дефектов в строительстве показал, что около 60% аварий связано с низким качеством СМР, около 80% - обусловлены ошибками участников строительства. Следовательно, квалифицированные исполнители, эффективные методы контроля и оценки качества СМР и другие требования системы менеджмента качества, функционирующей в соответствии с международными стандартами - это основа бездефектности и безопасности строительства.

Анализ позволил выделить следующие основные направления решения проблемы качества и безопасности в строительстве.

1. В целях улучшения контроля качества строительства и строительных материалов необходимо предусмотреть создание системы независимого строительного контроля, проводимого структурами СРО на базе мониторинга технического состояния зданий и сооружений. Необходимо создать независимую систему строительного контроля, существующую на основе принципов сохранения положительной репутации и страхования ответственности.

2. Разработка необходимых соответствующих нормативно-

правовых документов, а также действенного механизма контроля за их соблюдением. Повышение ответственности субъектов саморегулирования, усиление их заинтересованности в конечных результатах своей деятельности, создание механизмов выявления недобросовестных, неквалифицированных строительных компаний и удаление их с рынка строительных услуг.

3. Создание надежной организационно-технической системы сбора и обработки статистической информации о качестве и предупреждения аварий на федеральном, региональном уровнях и уровне предприятий.

4. Внедрение в проектно-изыскательских, строительных организациях и на предприятиях стройиндустрии документированной системы менеджмента качества, отвечающей требованиям международных стандартов. Отбор квалифицированных участников инвестиционно - строительного процесса.

5. Квалифицированное обеспечение эксплуатации, технической диагностики, обследования и паспортизации зданий и сооружений с разработкой превентивных мер по предотвращению процессов прогрессирующего накопления дефектов и повреждений. Обслуживание по техническому состоянию.

Комплексное решение поставленных задач позволит снизить риск ошибок в проектно-изыскательской документации, исключить нарушения требований стандартов в сырьевых и комплектующих поставках для строительства, повысить уровень качества СМР и возводимых зданий и тем самым уменьшить аварийность в строительстве.

С точки зрения научно-методического обеспечения безаварийного строительства отметим важность разработки подходов к проектированию, обеспечивающих максимальную живучесть зданий и сооружений. Передовой опыт управления качеством в строительстве предусматривает внедрение систем качества, автоматизированных информационных технологий мониторинга качества и экспертизы безопасности, что невозможно без создания соответствующих методик, регламентов и норм, развития теории накопления дефектов силового сопротивления, прогрессирующего разрушения и конструктивной безопасности зданий и сооружений.

Литература

1. Лукманова И.Г. Менеджмент систем качества в строительстве. М.: МГСУ, 2001.

2. Менеджмент систем безопасности и качества в строительстве / Лукманова И.Г., Нежникова Е.В. // Пром. и гражд. стр.-во. 2010. № 10.

3. Основные направления развития систем менеджмента качества в строительстве: монография / И.Г.Лукманова, И.П.Петрова, Иванов Н.А. М-во образования и науки Росс.Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск.гос.строит.ун-т». М.: МГСУ, 2011.

4. Нежникова Е.В. Причины возникновения аварий и направления решения проблемы качества и безопасности в строительстве/Научные труды кафедр экономики и управления в строительстве, ФГБОУ ВПО «Моск.гос.строит.ун-т».-Москва : МГСУ, 2012.

5. Сергеев С.К., Теличенко В.И., Колчунов В.И. и др. Менеджмент систем безопасности и качества в строительстве. М.: Издательство АСВ, 2000.

6. Управление проектами в инвестиционно-строительной сфере : монография / И.Г.Лукманова, Е.В.Нежникова; ФГБОУ ВПО «Моск.гос.строит.ун-т».-Москва : МГСУ, 2012.

Ключевые слова: строительные и монтажные работы, производитель, потребитель, качество, авария, дефект, безопасность, саморегулируемые организации.

Key words: construction work, producer, consumer, quality, accident, defect, safety, self-regulatory organization.

Львов Иван Васильевич, Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова, г. Чебоксары, Кандидат экономических наук, профессор кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства

Liv41@mil.ru.

Lvov Ivan, Chuvash state University. I. N. Ulyanov, Cheboksary
Candidate of economic Sciences, Professor of the Department of
building technology, geotechnics and construction Economics

Liv41@mil.ru.

Для цитирования

Львов И.В. Проблемы качества и безопасности в строительстве / И.В. Львов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX

Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 377 – 385.

Citations

Lvov I.V. Problems of quality and safety in construction / I.V. Lvov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 377 – 385.

УДК 693. 54

ЗАРУБЕЖНЫЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНА

И.В.Львов

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет
им. И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация.

В статье изучены зарубежные исследования, нацеленные на увеличение эффективности и полезных свойств бетона, рассмотрены перспективные технологические решения, позволяющие создавать более тонкие, легкие и коррозионностойкие бетонокомпозиты.

FOREIGN TECHNOLOGY MODERNIZATION OF CONCRETE

Abstract.

The article studied overseas studies aimed at increasing the efficiency and useful properties of concrete are considered promising technological solutions to create a thin, lightweight and corrosion-resistant betonokompozity.

Без преувеличения можно сказать, что ни одно малое и большое строительство не обходится без бетона. Бетон – «хлеб» для строителей, поэтому он является второй по общим объемам потребления человеческой цивилизацией (после воды) субстанцией.

Другими словами, бетон является самым активно используемым из искусственно созданных людьми материалов. Так, в середине прошлого десятилетия в мире ежегодно производилось в общей сложности порядка 7 км^3 бетона, т.е. на каждого жителя Земли приходилось более 1 м^3 этого продукта[1].

Столь колоссальные объемы производимого человечеством бетона и его массовое распространение в строительной индустрии, помимо всего прочего, делают этот материал важнейшим элементом четко обозначившегося в последние годы процесса ускоренной «экологизации» стройматериалов.

И хотя бетон, в принципе, нельзя считать суперзагрязняющим материалом, благодаря столь большим масштабам его выработки на долю бетона (точнее, его ключевой химической составляющей – портландцемента) ежегодно приходится от 5 до 10 % совокупных выбросов углекислоты в атмосферу.

Вторым ключевым направлением исследований, нацеленных на увеличение эффективности и полезных свойств бетона являются поиски механизмов и способов снижения удельных энергозатрат в процессе его производства и последующей эксплуатации.

В том, что касается экологической стороны вопроса, многие из современных подходов к созданию «более зеленых» разновидностей бетона основываются на попытках тем или иным образом уменьшить (и даже полностью устранить!) присутствие в нем портландцемента, – либо разбавляя его различными природными и/или искусственными добавками (например, зольной пылью), либо вообще заменяя традиционный портландцемент на другие виды цемента, для производства которых требуется значительно меньше тепловой энергии.

Одним из наиболее крупных исследовательских центров, который на протяжении многих лет занимается разработкой более «дружелюбных» по отношению к окружающей среде новых типов бетона, а также созданием инженерно-модифицированных его разновидностей со специфическими свойствами является Concrete Sustainability Hub, CSH (что можно условно перевести как «Центр по экологически рациональному бетону») при Массачусетском технологическом институте в Бостоне (MIT). Специалисты этого центра впервые в мире смогли точно искусственно смоделировать структуру бетона на молекулярном уровне (а в ближайшей перспективе рассчитывают выйти и на атомарный уровень), что позволило им найти ряд эффективных методов создания более прочных, долговечных и экологичных бетонов и выявить ключевые механизмы последующего

целенаправленного изменения его различных свойств и практического назначения. Таким образом, в скором будущем с бетоном можно будет проделывать те же произвольные модификации, которые уже давно стали возможными по отношению к той же стали или стеклу.

Достигнутый специалистами исследовательского центра МІТ глубокий уровень теоретического понимания физико-химических свойств бетона теперь должен быть «подхвачен» ведущими игроками строительной индустрии для осуществления дальнейших масштабных практических экспериментов: по оптимистическим расчетам руководителей центра CSH, первые коммерческие образцы «нового бетона» могут появиться на свет уже в течение ближайших нескольких лет.

Впрочем, даже если временно оставить в стороне это, безусловно, магистральное направление научных исследований, нельзя не отметить, что и инкрементный прогресс в области совершенствования качества обычного бетона за последние несколько десятилетий был весьма значительным. Так, лучшие образцы модифицированного бетона сегодня примерно втрое превосходят по компрессионной прочности стандартный бетон образца начала 70-х гг. прошлого века, что в том числе позволяет в промышленных масштабах создавать куда более тонкие, легкие и протяженные железобетонные конструкции.

Самым ярким примером того, насколько более надежными и прочными стали современные бетоносодержащие строительные структуры, можно считать недавно возведенную знаменитую башню-небоскреб Burj Khalifa в Дубае (ОАЭ), самое высокое 828-метровое здание в мире (что более чем на 300 метров выше, чем у предыдущего рекордсмена, небоскреба Taipei 101 на Тайване). Так, специально для Burj Khalifa была разработана особая марка бетона, способная долгое время выдерживать температуру до +50 °С, и, что особенно показательно, основной несущий каркас этой башни был полностью выполнен из железобетона, тогда как у Taipei 101 он был стальным.

Но, разумеется, относительная прочность (крепость) бетона далеко не всегда является ключевым фактором при разработке его различных искусственных модификаций. Например, при проектировании железобетонных колонн на первый план выходят физические свойства их арматурных составляющих.

Одно из перспективных технологических решений, позволяющих создавать более тонкие, легкие и коррозионностойкие бетонокомпозиты, для этих целей было недавно разработано совместными усилиями канадской строительной компании Atlus Group и французской инжиниринговой фирмы Chomarat. Предложенное ими

новое решение проблемы коррозии в сборных железобетонных конструкциях оказалось на удивление простым и в то же время весьма нестандартным: традиционные стальные арматурные стержни были полностью заменены на углеволоконные решетчатые структуры. Таким образом, удалось избавиться от «главного источника головной боли» в подобных конструкциях – корродируемой стали, а на смену ей пришло куда более легкое и тонкое, и к тому же вообще не подвергающееся коррозии углеволокно (еще один существенный плюс этого нового бетоно-композита заключается в том, что при его производстве расходуются значительно меньшие удельные объемы бетона) [3]. Кроме того, в течение последнего десятилетия различными исследовательскими группами было разработано большое количество новых типов и видов бетона и цемента, обладающих весьма необычными и нетипичными свойствами и характеристиками. Среди этого многообразия можно отдельно отметить следующие любопытные новые разновидности [4].

1. В 2005 г. исследователи из Мичиганского университета (США) создали «гибкий бетон», который, согласно их утверждениям, в 500 раз более резистентен к трещинообразованию по сравнению с традиционным бетоном и к тому же примерно на 40 % легче последнего. Этот новый тип бетона, в состав которого входят укрепляющие композитные волокна (официально он получил название Engineered Cementitious Composite (ECC), т.е. конструктивный цементирующий композит) достаточно быстро нашел практическое применение в целом ряде недавних строительных проектов в Японии, Южной Корее, Швейцарии и Австралии, хотя в самих Соединенных Штатах его внедрение происходит несколько медленнее.

Согласно последним экспериментальным проверкам разработчиков, ECC отличается еще и повышенной долговечностью, т.е. сохраняет свои основные свойства примерно вдвое дольше обычного бетона, однако данные оценки, безусловно, пока еще являются недостаточно подтвержденными.

2. В том же 2005 г. группой португальских архитекторов и дизайнеров из Лиссабона был разработан BETAO ORGANICO (органический бетон). Данная экзотическая разновидность бетона, по сути, является гибридным сочетанием органических и неорганических материалов, позволяющим естественным образом произрастать на своей поверхности различным видам живой растительности: благодаря тому, что бетон сохраняет внутри себя воду, он может использоваться в качестве своеобразной «энергетической батареи», подпитывающей водой зеленую растительность в засушливый период. Таким образом,

португальским разработчикам удалось создать удивительный симбиозный продукт, который, пожалуй, можно еще назвать «травобетоном». BETA ORGANICO уже активно используется многими «зелеными проектировщиками», причем не только в виде экозаменителя обычных дорожных бетонных плит, но и в качестве декоративного элемента внешних стенных покрытий зданий.

3. Чуть раньше, в 2001 г., венгерским архитектором Ароном Лошонци и группой ученых из Технического университета Будапешта был создан LiTraCon (сокращение от «light transmitting concrete») – светопрозрачный (пропускающий свет) бетон. Это новый тип бетона, состоящий из мелкозернистого бетона с 5 %-ной оптоволоконной добавкой. Дозированная пропитка бетона оптоволоконным позволяет солнечному свету достаточно свободно (до 20-метровой толщины стен) проходить как снаружи внутрь помещения, так и изнутри наружу. Причем, что показательно, несмотря на свои необычные характеристики, LiTraCon несколько не уступает обычному бетону по прочности.

4. Наконец, особенно интересным представляется новый вид бетона, разработанный специалистами небольшой австралийской хайтек-компании TecEco, – Porecocrete (Porous Concrete), т.е. пористый бетон. Это – экологически чистый бетонокомпозит, созданию которого, в свою очередь, предшествовала другая инновационная разработка TecEco – экономент, поглощающий углекислоту из окружающей атмосферы. Важнейшей композиционной составляющей австралийского экономента является химически активная жженая магнезия, благодаря добавлению которой и происходит регулярная абсорбция (и последующее затвердевание) CO_2 , а также воды. Причем, помимо магнезии в состав эконо-цемента также могут безболезненно входить и другие полезные примеси (например, та же зольная пыль, шлаки, пластик и т. п.); его ключевое свойство, способность к поглощению CO_2 , при этом сохраняется.

В свою очередь, пористый бетон (Porecocrete) потенциально может стать основным (и, вполне возможно, рыночно перспективным) конечным продуктом для экономента. Так, по мнению многих экспертов, главным и весьма емким потенциальным направлением практического использования для пористого бетона будут в ближайшем будущем различные дорожные покрытия (прежде всего, городские пешеходные тротуары). Благодаря наличию множества пор в этом бетонокомпозитном материале, сохраняющих относительную прохладу даже при очень жаркой, сухой погоде, он станет выгодной альтернативой стандартным дорожным покрытиям,

в состав которых входят различные битумные материалы, асфальт или тот же обычный портланд-цемент.

Отдельно кратко можно упомянуть также о ряде интересных направлений использования различных нанотехнологий для улучшения качества бетона [5]:

- добавление в бетон наноразмерных частиц кварцевой пыли (тонкого кремнеземного порошка) позволяет добиться существенного увеличения долговечности бетонных конструкций, подвергающихся воздействию различных противообледенительных химических реагентов;

- включение в состав бетона небольших количеств (1 %) углеродных нанотрубок существенно улучшает механические свойства бетона;

- недавние исследования наночастиц гематита (красного железняка, Fe_2O_3) также продемонстрировали, что при добавлении этих частиц в бетон последний становится значительно более прочным.

Изложенные в статье зарубежные методы модернизации технологий производства бетона, можно сказать, лучшие из возможных решений. Они с успехом могут быть использованы отечественными предприятиями при благоприятных экономических и технологических условиях. В то же время необходимо подчеркнуть, что модернизационные процессы в этой области разрабатываются и в отечественном строительном производстве. Так, российские специалисты доказали возможность применения электроразрядной технологии изготовления буроинъекционных свай, при которой несущая способность последних увеличивается на 30 -40 %, с последующим приращением порядка 20 -30 % к её проектному значению [2].

Литература

1. Львов И.В. Инновационная модернизация строительного комплекса в новой экономике / И.В. Львов, Е.Б. Васильев. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2016. – 230 с.

2. Соколов Н.С. Сваи повышенной способности / Н.С. Соколов, С.С. Викторова, Т.Г. Федорова// Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции НАСКР-2014. Изд-во Чуваш ун-та, г. Чебоксары. 2014.-С411 - 415.

3. Material Developments: New Technologies and Their Implications for Building Construction, Owners Perspective, October 10, 2011; <http://www.ownerperspective.org/project-delivery/item/75-material-developments-new-technologies-and-their-implications-for-building-construction>.

4. New materials in construction Concrete (интернет-публикация); <http://constructionduniya.blogspot.ru/2012/02/new-materials-in-construction-concrete.html>.

5. Gaurav Jain, «Nanotechnology in building construction materials», October 31, 2012; (<http://www.slideshare.net/0936500017/nanotechnology-in-building-construction-materials-14967495>).

Ключевые слова: разновидность бетона, энергозатраты, долговечный, экологичный, симбиозный продукт, бетонокомпозит, nanotechnology, нанотехнология

Key words: the kind of concrete, energy costs, a durable, eco-friendly, simbiozny product, betonokompozit, nanoptechnology.

Львов Иван Васильевич, Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова, г. Чебоксары, кандидат экономических наук, профессор кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства

Liv41@mil.ru.

Lvov Ivan, Chuvash state University. I. N. Ulyanov, Cheboksary
Candidate of economic Sciences, Professor of the Department of building technology, geotechnics and construction Economics

Liv41@mil.ru.

Для цитирования

Львов И.В. Зарубежные модернизации технологий производства бетона / И.В. Львов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 385 – 391.

Citations

Lvov I.V. Foreign technology modernization of concrete/ I.V. Lvov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 385 – 391.

УДК 69.003.13

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Н.Г. Мамаев, А.И. Соколова

ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В статье авторами показаны технологические особенности бетонирования стыков тонкостенных конструкций (стен и перекрытий) при отрицательных температурах. Предлагаются энергосберегающие методы ускорения твердения бетона в тонкостенных конструкциях.

TECHNOLOGICAL FEATURES WINTER CONCRETING OF THIN-WALLED STRUCTURES

Abstract:

In article authors have shown technological features of construction of monolithic thin-walled designs (walls and overlappings) at negative temperatures. Energy saving methods of acceleration of curing of concrete in thin-walled designs are offered.

В настоящее время перед Россией стоит задача интенсивного развития инновационного сектора экономики, связанного с высокими технологиями, в частности, со строительными технологиями в области монолитного строительства.

Указанный спектр строительно-монтажных и проектно-научных работ в большей степени охватывает процессы зимнего ведения бетонных работ, что обусловлено климатическими условиями России.

В конечном счете, эффективность научно-обоснованных методов ведения бетонных работ в зимнее время в значительной степени определяются совершенством системы выбора метода, применительно к существующим и сменяющимся во времени условиям функционирования строительного процесса.

Решение проблемы интенсификации строительных процессов в технологии монолитного строительства с целью повышения ее технико-экономической эффективности и надежности тесно связано с созданием ускоренных методов и технических средств нового поколения, существенно отличающихся от применяемых и меняющих технологию зимнего бетонирования, созданию эффективных организационно-технологических решений.

Важное место при этом должны занимать новые технологии, обеспечивающие создание оптимальных режимов тепловлажностной обработки бетона стыков, в зависимости от конфигурации стыка и полей колебания температур элементов конструкции стыка. Автоматизированные параметры температурного воздействия на свежееуложенную бетонную смесь стыка и твердеющий бетон позволяют оптимизировать не только энергозатраты процессов, но и исключить деструктивные явления в структуре бетона, повысить связь бетона стыка и стыкуемых конструкций, а в целом обеспечить надежность строительных конструкций.

Высокое качество и надежность зданий и сооружений должны обеспечиваться строительными организациями путем осуществления комплекса технико-экономических показателей.

В технологии бетонных работ нашло применение энергетическое воздействие на бетон кондуктивным методом — одним из перспективных методов термообработки бетона, техническими средствами реализации которого являются термоактивные опалубки.

Кондуктивный метод обогрева позволяет весьма экономно расходовать энергию и в достаточной мере использовать вне зависимости от модуля массивности теплоту гидратации.

Таблица 1

Энергоемкость различных методов термообработки бетона

№ п/п	Наименование метода и тип опалубки	Расход электроэнергии, кВт·ч/м ³ для термообработки стыка.
1	Электрорагрев бетонной смеси	63
	Дощатая опалубка	
	Электрорагрев бетонной смеси	60
	Опалубка утепленная	
2	Электродный прогрев	67
	Дощатая опалубка	
	Электродный прогрев	58
	Опалубка деревометаллическая утепленная	
3	Обогрев в термоактивной опалубке «Монолит»	67
4	Обогрев в стальной низковольтной термоактивной опалубке	52

Экономия в энергоресурсах при обогреве может достигнуть в среднем 15 % по сравнению с традиционными методами.

В сравнении с другими методами обогрева по суммарным трудовым затратам оказывается предпочтительным, как видно из табл. 1, кондуктивный метод.

Таблица 2.

Трудоемкость выполнения основных операций, связанных с бетонированием стыков различными методами

№ п/п	Наименование операций	Трудоемкость операций, чел.-ч/м ³			
		Эффективный термос	Электрорагрев	Электродный прогрев	Кондуктивный прогрев
1	Влагозащита и дополнительное утепление	1,65	1,05	1,05	-
2	Отогрев стыкуемых конструкций	0,6	0,6	0,6	0,45
3	Сборка и разборка из отдельных элементов	7,35	7,35	7,35	5,25
4	Электрорагрев бетонной смеси	-	1,65	-	-
5	Заготовка и установка электродов	-	-	4,5	-
6	Коммутация энергопотребляющих элементов опалубки	-	-	0,9	0,45
7	Дополнительное утепление конструкции стыка	0,6	0,6	0,6	0,6
8	Дополнительные затраты, связанные с выдержкой конструкции и подготовкой к распалубке	0,75	0,45	0,45	0,3
	Суммарные затраты	10,95	11,7	15,45	7,05

В табл.3 приведены для сравнения варианты использования противоморозных добавок и низковольтных термоактивных систем.

Годовой экономический эффект, получаемый в результате применения новых технологических процессов, механизации и автоматизации производства, способов организации производства и труда, обеспечивающих экономию производственных ресурсов без изменения конструктивных и объемно-планировочных решений зданий, и сооружений, производится по формуле:

$$\mathcal{E} = (ПЗ_1 - ПЗ_2) \cdot V_{\text{год } 2}$$

где $ПЗ_1$ и $ПЗ_2$ - приведенные затраты на единицу объема работ (продукции), выполняемых соответственно с применением базовой и новой технологии, руб.;

$V_{год\ 2}$ - годовой объем работ, выполняемых в расчетном году с применением новой технологии, в соответствующих единицах измерения.

$$ПЗ_1 = 276,0 + 70,575 + 0,15 \cdot 34,122 = 351,693 \text{ тыс. руб}$$

$$ПЗ_2 = 256,0 + 68,467 + 0,15 \cdot 29,093 = 328,956 \text{ тыс. руб}$$

$$\Xi = (351,693 - 328,956) \cdot 1 = 22,736 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 3

Исходные данные для расчета (на 100 м³ здания)

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Базовый вариант (противоморозные добавки)	Предлагаемый вариант (низковольтная термоопалубка)
1	Сметная стоимость объекта (100 м ³)	тыс. руб	-	920,0
2	Сметная стоимость ж/б конструкций	тыс. руб	276,0	256,0
3	Себестоимость строительно-монтажных работ	тыс. руб	70,575	68,457
	В том числе:			
	Затраты на эксплуатацию машин и механизмов	тыс. руб	66,402	66,932
	Накладные расходы	тыс. руб	4,173	3,643
4	Капитальные вложения в основные производственные фонды	тыс. руб	34,122	29,093
5	Капитальные вложения в основные производственные фонды	тыс. руб	34,122	29,093
6	Продолжительность работ по устройству стыков	год	0,0736	0,0441
7	Продолжительность строительства	год	0,152	0,137

Примечание: Определение показателей единовременных затрат и себестоимости приводится в табл. 4.

Помимо экономического эффекта по приведенным затратам достигается экономия условно-постоянных расходов строительной организации в результате сокращения продолжительности монтажа здания.

Таблица 4

К расчету капитальных вложений в основные
производственные фонды строительной организации

Наименование и марка машины	Продолжительность строительства	Инвентарная стоимость машины, руб	Норма времени на 100 м ³		Капитальные вложения, руб	
			Базовый вариант	Предлагаемый вариант	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Автобетононасос	375	42850	58,1	5,2	6638,9	5789
Башенный кран КБ-160	450	442690	25,3	0,9	24889	18452
Кран гусеничный СКГ-63	375	66661	14,6	0,2	2595	4852
Итого:					34122,9	29093,0

Условно-постоянные расходы принимаем в размере:

по накладным расходам $УПР=0,5 \cdot 4,173=2,086$ тыс. руб.;

по затратам на эксплуатацию машин $УПР=0,15 \cdot 66,402=9,960$ тыс. руб.;

по затратам на материалы $УПР=0,01 \cdot 276,0=1,76$ тыс. руб.

Итого $УПР=2,086+9,960+1,76=14,806$ тыс. руб.

$\mathcal{E}_y=УПР (1 - T_2/T_1)=14,806(1-0,137/0,152)=1,461$ тыс. руб.

Экономия от функционирования объекта за период его досрочного ввода в эксплуатацию определяется по формуле:

$\mathcal{E}_\Phi=E_n\Phi(T_1-T_2)=0,15 \cdot 920 \cdot (0,152-0,137)=2,07$ тыс. руб.

Общий годовой экономический эффект при использовании термоактивной низковольтной опалубки для заделки стыков железобетонных конструкций (на 100 м³ здания) составит:

$\mathcal{E} + \mathcal{E}_y + \mathcal{E}_\Phi=22,736+1,461+2,07=26,267$ тыс. руб.

Литература

1. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П., Минаков Ю.А. Технологическая эффективность ускоренных методов твердения бетонов в монолитном домостроении. — Бетон и железобетон № 8, 1997. с. 36.37.

2. Минаков Ю.А., Кононова О.В. Управление кинетикой твердения бетона при отрицательных температурах— Фундаментальные исследования №4, 2013 г., с.-307-311

Ключевые слова: монолитные конструкции, бетонная смесь, режим прогрева, набор прочности, зимнее бетонирование

Keywords: monolithic constructions, concrete mix, thermal insulation, hardening, winter concreting.

Мамаев Николай Григорьевич, доцент кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета; пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары, 428000; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Соколова Алина Иосифовна, старший преподаватель кафедры строительного производства и экономики строительства строительного факультета; пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары, 428000; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Mamaev Nicolay Grigoryevich, associate professor of construction technology, geotechnical engineering and building construction, civil engineering faculty; Lenin str., 6, Cheboksary, 428000; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; tel. 62-55-31 (ext. 6114).

Sokolova Alina Iosifovna, senior lecturer of construction technology, geotechnical engineering and building construction, civil engineering faculty; Lenin str., 6, Cheboksary, 428000; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; tel. 62-55-31 (ext. 6114).

Для цитирования

Мамаев Н.Г. Технологические особенности зимнего бетонирования тонкостенных конструкций/ Н.Г. Мамаев, А.И. Соколова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 392 – 397.

Citations

Mamaev N.G. Technological features winter concreting of thin-walled structures / N.G. Mamaev, A.I. Sokolova A.I. // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 392 – 397.

УДК 625.861 : 658.567.1

**НОВЫЕ МЕТОДЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И
МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
С ВЫСОКИМ ЭКОНОМИЧЕСКИМ И ЭКОЛОГИЧЕСКИМ
ЭФФЕКТОМ**

В.А. Мымрин

Федеральный Технологический Университет штата Паранá (UTFPR),
Куритиба, Бразилия

Аннотация

В статье приведены результаты разработки методов максимального использования промышленных отходов. Показаны методы перевода тяжёлых металлов этих отходов в практически нерастворимые экологически чистые новообразования. Исследованы физико-химические процессы образования структур новых материалов для обеспечения возможности регулирования их свойств.

**NEW METHODS OF TRANSFORMATION OF INDUSTRIAL AND
MUNICIPAL WASTE IN BUILDING MATERIALS WITH HIGH
ECONOMIC AND ECOLOGICAL EFFECT**

Abstract

The results of the development of methods for maximum utilization of industrial waste. The methods of transfer of heavy metals in these wastes practically insoluble clean neoplasms. The physical and chemical processes of formation of structures of new materials to enable the regulation of their properties.

Использование промышленных отходов для строительства решает две важные задачи: экологическую и экономическую. С целью оказания помощи предприятиям в решении их экологических проблем автором в течение более 40 лет разрабатывает новые методы (составы и технологии) использования различных промышленных отходов в качестве сырья для производства новых видов строительных материалов типа со свойствами бетонов без портланд-цемента, керамики, стеклокерамики, огнеупоров, штукатурки, термо- и звукоизоляторов, новых разновидностей топлива с повышенной теплотворной способностью, строительства оснований автодорог, аэродромов, городских и промышленных свалок, ядер плотин и т.д. В результате полевых испытаний, проведенных в различных регионах, включая Сибирь и Север страны, методы создания оснований

автодорог были включены в строительные нормы бывшего СССР и широко использованы в строительной практике. В настоящее время автором выполняются проекты для филиалов международных концернов РЕНО, ВОЛВО, БОШ, ОДЕБРЕХТ, ПЕТРОБРАЗ в Бразилии по использованию их промышленных отходов для производства новых материалов.

Предварительные расчёты экономистов показали, что капиталовложения для производства материалов на основе нижеперечисленных отходов колеблются в зависимости от местных условий от US\$ 90.000 до 300.000 с их возвратом в течение 4 – 10 месяцев благодаря высокому «margin of opportunity» 35 – 45%.

Целями исследований являлось разработать методы с максимальным использованием промышленных отходов; разработать методы перевода тяжёлых металлов этих отходов в практически нерастворимые экологически чистые новообразования; исследовать физико-химические процессы образования структур новых материалов для обеспечения возможности регулирования их свойств.

Процесс химического обогащения бокситовой руды, содержащей обычно около 50% Al_2O_3 , методом Бауэра, заключается в ее обработке NaOH с целью удаления большинства неалюминиевых компонентов (Fe, Ca, Si и др.), преимущественно железа, определяющего темно-красный цвет поступающего в отходы шлама.

КШ может быть использован для производства цемента [7], цементного клинкера [14], для щелочной активации вяжущих материалов [16], для производства керамики и как абсорбент [15], как абсорбент меди и цинка [4].

Автором [1, 8, 9] использовал КШ (52–78 вес. %) в композиции с отвальным шлаком черной металлургии (20–45%) и отходом производства извести (4–8%) для производства безобжигового кирпича. Прочность при одноосном сжатии материала к 14 суткам упрочнения достигала 3,9 МПа, к 28 суткам – 5,3 МПа и через год – 9,1 МПа; коэффициент водоустойчивости составил 0,85 при коэффициенте линейного расширения 1,5–2,0%.

Шлаки черной металлургии долгое время использовались как инертные материалы при строительстве оснований автодорог. Многочисленные фазовые переходы при охлаждении и гидратации шлаков часто приводят к увеличению их объема и к пучению асфальтовых покрытий со срочной необходимостью полной замены таких оснований. В качестве вяжущего природных грунтов использовались гранулированные шлаки, которые производились только как добавка в цементный клинкер. Использование отвальных

шлаков черной металлургии для укрепления грунтов не давали положительных результатов.

Химический состав сырьевых материалов изучался автором с помощью рентгеновского флюоресцентного анализа на спектрометре фирмы Philips/Panalytical, модель PW2400. Изменение минерального состава исходных компонентов исследовалось с помощью рентгеновского дифрактометра фирмы Philips, модель PW1830, ускоряющее напряжение 40 кВ, ток 30 мА при монохроматическом излучении λ Cu-K α , в диапазоне 2θ от 2 до 70°; расшифровка дифрактограмм проведена с помощью программного пакета Super-Q, X'Pert High Score, база PDF-2. Морфологические структуры материалов изучены на сканирующем электронном микроскопе FEI Quanta 200 LV после напыления образцов чистым (99,999%) золотом. Химический анализ областей образцов и их отдельных точек исследовался энерго- дисперсионным методом на спектрометре фирмы Oxford (Penta FET-Precision) X-ACT и методом лазерного микроанализа на спектрометре изотопов LAMMA-1000, model X-ACT. Гранулометрический состав определялся методом лазерного дифракционного анализа распределения размеров частиц (Laser Diffraction Particle Size Distribution Analyzer), модель LA-950-HORIBA. Физические свойства разработанных материалов определялись методами исследования предела прочности образцов при одноосном сжатии, водо- и морозостойкости образцов, их линейного расширения; химические свойства идентифицированы методами изменения величины pH, карбонатности методом кальциметра, выщелачивания и растворения металлов методом атомной абсорбции AAA.

Результаты анализа гранулометрического состава показали, что более половины (50,8%) частиц КШ имеет размер 1–2 мкм (30%) и 10–50 мкм (20,8%). Количество частиц, по размеру приближающихся к 1 мм (250–1000 мкм) составляет только 5%, а превышающих размер 1 мм – 2%. Плотность КШ составляет около 3 г/см³. Удельная поверхность КШ составила 3,5 см²/г, что практически равно удельной поверхности портланд-цемента. Столь высокая дисперсность КШ объясняется высоким уровнем помола боксита в шаровых мельницах по процессу Бауэра (до 0,063 мм) с последующим растворением молотого боксита в концентрированном щелочном растворе с добавлением гидроксида кальция в виде известкового молочка в автоклавных установках. Поэтому используемый в данной работе КШ боксита имеет величину pH=12,8.

Шлак КМК был раздроблен на щековой дробилке и размолот в шаровой мельнице до удельной поверхности 1,200 см²/г. Магнитная

фракция железа, выделенная с помощью лабораторного магнита, составила около 9,4% веса шлака. Плотность конвертерного шлака в среднем составляет 2,3 г/см³.

В химическом составе КШ содержатся следующие элементы (в вес %): 30,4% суммы окислов железа FeO+ Fe₂O₃, 12,6% Al₂O₃, 14,8% CaO, 11,7% SiO₂, 5,2% TiO₂, 4,6 Na₂O. Кроме того, методом атомной абсорбции в КШ (табл. 3) было установлено наличие значительного количества тяжелых металлов, таких как Pb – 0,17%, Zn – 0,58%, Cu – 1,67%, As – 0,47% и др.

Химический состав ПС представлен в основном SiO₂ (34,7%), MgO (18,4%), CaO (17,4%) и Al₂O₃ (14,3%).

Основными компонентами состава шлака КМК после удаления из него железа являются CaO (42,7%) и окислы железа FeO+Fe₂O₃ (21,2%). За ними по количеству следуют SiO₂ (12,2%) и MgO (9,8%). Поэтому модуль основности $M_{\text{ОСН}}$, вычисляемый по формуле: $M_{\text{ОСН}} = (\text{CaO} + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) = 1,43$. Шлак с величиной $M_{\text{ОСН}} \geq 1$ должен быть классифицирован как щелочной, что позволяет надеяться на его достаточно хорошо выраженные вяжущие свойства.

Объект укрепления ПС состоит в основном из SiO₂, CaO, MgO и Al₂O₃. Заметное количество карбонатов (5,3%) является положительным фактором для укрепления грунта неорганическим вяжущим типа шлака КМК.

Методом рентгено-дифракционного анализа (рис. 1) установлено, что КШ состоит из боксита Al₂O₃·nH₂O, магнетита Fe₃O₄, гематита Fe₂O₃ и кварца SiO₂. Очень низкая интенсивность пиков кристаллических решеток минералов при весьма высоком рентгеновском фоне убедительно свидетельствует о большом содержании в КШ аморфного вещества, которое является продуктом разрушения кристаллических решеток вследствие протекания термохимического процесса Бауэра.

Кристаллическая фаза шлака КМК состоит (рис. 1Б) преимущественно из минерала акерманита Ca₄Si₃O₁₀ с небольшими включениями кварца SiO₂. Очевидно, основная доля образца представлена аморфной фазой, о чем говорит высокий уровень рентгеновского фона, и, в частности, стеклообразным материалом, индицируемым по характерному гало стекла между 2 θ ° = 20–36°.

ОПИ (рис. 1В) представлена четырьмя очень слабыми пиками CaO на углах 2 θ ° = 33, 38, 54,5 и 68°, из которых только один самый высокий (при 2 θ ° = 38°) свободен от совпадений с пиками других минералов. Система самых интенсивных пиков дифрактограммы, в частности, с I = 100% при 2 θ ° = 40°, принадлежит кальциту CaCO₃,

что свидетельствует о недостаточно высокой температуре при его обжиге.

Все поверхности образцов КШ при различных увеличениях представлены в виде натечных округлых агрегатов (рис. 2А) различных размеров; поры между ними также имеют различные размеры и формы. При этом не было обнаружено ни одной частицы, которая имела хотя бы отдаленное сходство с кристаллическими телами. Все это подтверждает вывод о значительном преобладании аморфной составляющей в составе образцов КШ.

Микроструктура молотого шлака КМК (рис. 2Б) представлена частицами различных размеров и габитусов, начиная от 200–300 мкм до 0,1–0,2 мкм. Около половины частиц имеют округлую как бы натечную форму, что скорее всего является результатом их гидратации атмосферной влагой при длительном пребывании в заводском отвале.

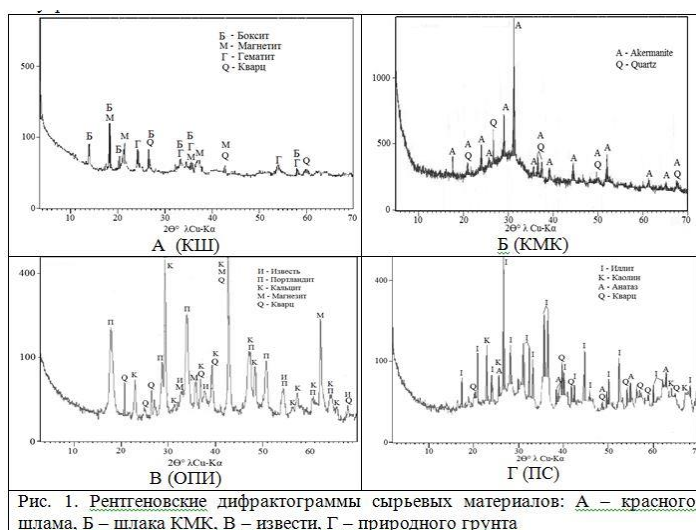
ОПИ представляет собой агломерации округлых зерен различной конфигурации и размера от долей 1 мкм до 1 мм или более. Между этими агломерациями хорошо видны поры также различного размера и очертаний. Такие формирования более свойственны аморфным структурам, чем кристаллическим. Очевидно, кристаллы минералов, установленные (рис. 1В), или находятся внутри аморфных образований или имеют сверхмалые размеры, недоступные для обнаружения при таких увеличениях.

Структура ПС (рис. 2Г) представлена большим количеством частиц различной конфигурации, похожих на бесформенные обломки после механического разрушения в течение длительной геологической истории. Очевидно, этим можно объяснить очень высокий рентгеновский фон при низкой шкале интенсивности кристаллических пиков (рис. 1Г).

Изготовление образцов производилось из сухих смесей исходных компонентов в различных процентных соотношениях, взвешенных с точностью до 0,1 г, затем производилась их гомогенизация и гидратация до оптимальной влажности (между 10 и 12%). Влажные смеси уплотнялись в пресс-формах под давлением 10 МПа в виде цилиндрических образцов высотой и диаметром 20 мм. Образцы хранились в гидрокамере с влажностью 96–98%.

Анализ результатов испытаний прочности образцов из легкого суглинка, укрепленного шламом боксита и шлаком КМК, активированным добавкой 4–8% ОПИ, показывает почти постоянный рост прочности всех составов до 180-суточного возраста образцов. Величина их прочности находится в прямой зависимости от

содержания каждого из компонентов, что особенно хорошо видно при сопоставлении изменения величин прочности составов 10 и 13. Прочность почти всех составов заметно снижается при 60 сутках гидратации с последующим восстановлением прочности к 90 суткам со значительным ростом прочности к 180 суткам. Исключение из этого феномена составляют композиции 10 и 13, в которых нет КМК, что наводит на мысль о решающей роли КМК в явлении временного спада прочности образцов. Замена 30% КШ на 30% шлака КМК (составы 10 и 11) вызывает почти двойное увеличение прочности у образцов различного возраста.



Наибольшей прочностью при одноосном сжатии (8,53 и 11,24 МПа при 90 и 180 сутках соответственно) обладает состав 9 с максимальным содержанием шлака КМК (35%), высоко щелочного шлама КШ (40%), вяжущего ОПИ (8%) и при минимальном количестве (17%) укрепляемого суглинка ПС.

Требованиям к водо- и морозостойкости образцов второго и третьего классов отвечают образцы всех составов, кроме состава 10 (без шлака), 12 (без ОПИ) и 13 (без шлака и шлама); все остальные 10 композиций – морозостойкости после 25 циклов замораживания-оттаивания при температурах +25 и –25°C отвечают требованиям первого класса прочности (4–6 МПа) водонасыщенных образцов и величины коэффициента морозостойкости (0,75 и выше). Из них

самыми высокими показателями по водостойкости (10,9 МПа) и по морозостойкости ($K_M=1,15$) обладает состав 9.

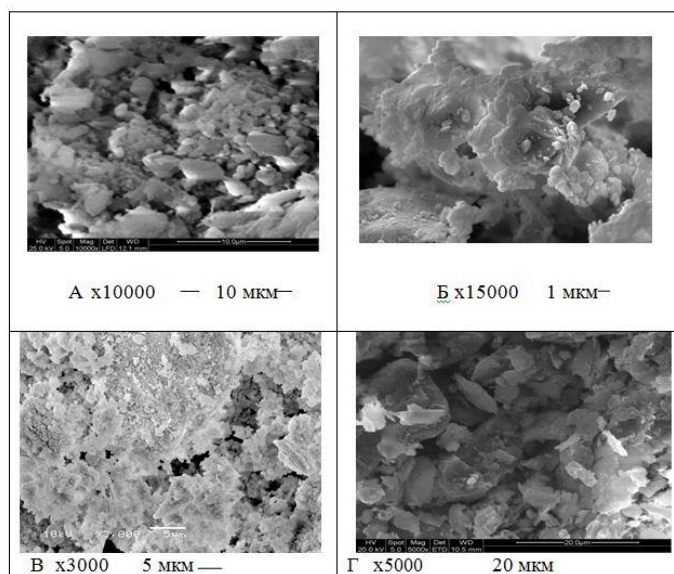


Рис. 2. Микроструктура КШ (А), КМК (Б), ОПИ (В) и ПС (Г) при различных увеличениях методом СЭМ

При сравнении двух дифрактограмм исходной сухой смеси с той же смесью после 180 суток гидратации (рис. 3А и Б) установлено исчезновение обоих пиков боксита $Al_2O_3 \cdot nH_2O$, всех пиков каолинита $Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$ и почти полное исчезновение иллита $KAl_2Si_3AlO_{10}(OH)_2$, который в исходной сухой смеси был основным минералом (рис. 1Г). На рис. 3Б самыми высокими пиками обладает кварц вследствие растворения в щелочной среде его поверхностного разрушенного слоя и выхода в отражающее положение ядра монокристаллических структур кварца, дифрагирующих рентгеновское излучение. Очень высоко содержание аморфной фазы, хорошо видной на обеих дифрактограммах.

На дифрактограмме появились только пики кристаллического кальцита $CaCO_3$, в формулу которого не входят химические элементы вышеперечисленных минералов. Упрочнение образцов состава 9 до 11,24 МПа едва ли можно объяснить только небольшим количеством прироста карбонатов. При отсутствии новых минералов в количестве,

превышающем чувствительность метода (около 5 вес.%), можно предположить синтез новых формирований, таких как аморфные соединения группы CSH ($\text{CaO} \cdot \text{SiO} \cdot \text{H}_2\text{O}$) переменного химического состава. На дифрактограммах они проявляются только в виде рентгеновского фона, но, уплотняясь в порах, могут значительно повысить прочность образцов.

Изготовление образцов производилось из сухих смесей исходных компонентов в различных процентных соотношениях, взвешенных с точностью до 0,1 г, затем производилась их гомогенизация и гидратация до оптимальной влажности (между 10 и 12%). Влажные смеси уплотнялись в пресс-формах под давлением 10 МПа в виде цилиндрических образцов высотой и диаметром 20 мм. Образцы хранились в гидрокамере с влажностью 96–98%.

Накопление преимущественно аморфных новообразований в поровом пространстве хорошо видно при исследовании образцов четырех-компонентной системы в сканирующем электронном микроскопе (рис. 3). Отчетливо видно, что все поверхности твердых частиц состава 9 покрыты натечными облакообразными формированиями.

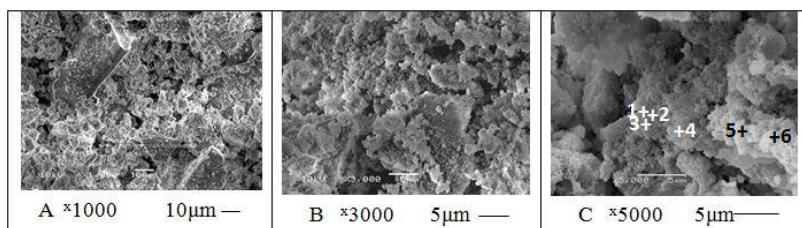


Рис. 3. Микроструктура образцов состава 9 на 180 день гидратации и точки анализов

Исследование тех же образцов методом лазерной микро-масс-спектропии показало, что изотопный состав даже в ближайших точках очень различен. Подобная гетерогенность отмечалась и у всех исходных компонентов, а после их химического взаимодействия в высокощелочной среде состава 9 эта гетерогенность могла только усиливаться, что и подтверждают результаты этих исследований.

Результаты исследования содержания подвижных форм тяжелых металлов в составе 9 с максимальным содержанием шлака КМК (35%) и шлама боксита (30%) в кислой среде с $\text{pH} = 4,5$ показало их полное

химическое связывание по сравнению с ПДК СанПиН 2.1.7.1287-03 [19].

Выводы

Прочность при одноосном сжатии образцов грунта, укрепленного различными сочетаниями промышленных отходов, на 3-и сутки достигала 4,58 МПа, на 28-е – 7,60 МПа и на 180-е – 11,24 МПа, значительно превышая требования технических стандартов. Величина коэффициента водостойкости материалов после 90 суток гидратации достигала 1,24, а коэффициента морозостойкости после 25 циклов замораживания-оттаивания – до 1,15. Коэффициент линейного расширения медленно рос на 0,5– 1,3% в течение 60 дней, а затем начал уменьшаться.

Установлено, что все вышеперечисленные свойства разработанных материалов объясняются растворением в высокощелочной среде исходных смесей твердых частиц боксита $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, каолинита $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ и иллита $\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$, шлака и механически разрушенных верхних слоев частиц кварца с формированием преимущественно аморфных структур гидросиликатов кальция типа CSH и карбонатов с синтезом преимущественно аморфных новообразований непостоянного химического состава группы $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (CSH) с небольшими включениями кристаллического кальцита CaCO_3 . Высокая дисперсность шлама боксита содействует также повышению плотности структуры и прочности материалов.

Литература

1. Мымрин В.А. Теоретические основы упрочнения глинистых грунтов металлургическими шлаками в целях дорожного строительства. Дис. докт. геол.-минерал. наук. М.: Московский ун-т, 1987.

2. Ajka alumina plant accident.

http://en.wikipedia.org/wiki/Ajka_alumina_plant_accident

3. ASTM D 2487-2000. Standard Test Method for Classification of Soils for Engineering Purposes.

4. Coruh S., Ergun O.N. Use of fly ash, phosphogypsum and red mud as a liner material for the disposal of hazardous zinc leach residue waste // J. Hazard. Mater. 2010. V. 173. P. 468–473.

5. Devanoor A., Nagakumar M.S. Studies on soil stabilization using blast furnace slag // Intern. J. Advanced Engineering Research and Technology. ICRTIET-2014 Conference Proceeding, 30th – 31st August, 2014. P. 61–65.

6. European Waste Catalogue and Hazardous Waste List. Natural Environmental Council, Mineral UK statistic downloads WMP 2003-2007-E. [http://www.biffa.co.uk/assets/files/ Content%20PDF/EWC_Paper-v1.09.pdf](http://www.biffa.co.uk/assets/files/Content%20PDF/EWC_Paper-v1.09.pdf).

7. Lui X., Zhang N. Utilization of red mud in cement production: a review // J. Waste Manag. Res. 2011. V. 29, N 10. P. 1053-1063. Doi:10.1177/0734242X11407653.

8. Mymrin V., Alekseev K., Catai R., Nagalli A., Aibuldinov Y.K., Bekturganov N.S. Hazardous bauxite processing waste as principle source of environmentally friendly construction materials // J. Environ. Management. 2016 (в редакции).

9. Mymrin V.A., Ponte H.A., Lopes O.F., Vasquez A. Environment friendly method of high alkaline bauxite's red mud and ferrous slag utilization as example of green chemistry // Green Chemistry. 2003. V. 5, N 3. P. 357–360.

10. Oormila T.R., Preethi T.V. Effect of stabilization using flyash and GGBS in soil characteristics // Int. J. Eng. Trends and Tech. 2014. V. 11. P. 284.

11. Santona L., Castaldi P., Melis P. Evaluation of the interaction mechanisms between red muds and heavy metals // J. Hazard. Mater. 2006. V. 136. P. 324–329.

12. Snars K., Gilkes R.J. Evaluation of bauxite residues (red muds) of different origins for environmental applications // J. Appl. Clay Sci. 2009. V. 46. P. 13–20.

13. Takhelmayum G., Savitha A.L., Gudi K. Experimental studies on soil stabilization using fine and coarse GGBS // Int. J. Emerging Technology and Advanced Engineering. 2013. V. 3, N 3. P. 917.

14. Tsakiridis P.E., Agatzini-Leonardou S., Oustadakis P. Red mud addition in the raw meal for the production of Portland cement clinker // J. Hazard. Mater. B. 2004. V. 116. P. 103–110.

15. Wang S., Ang H.M., Tadé M.O. Novel application of red mud as coagulant, adsorbent and catalyst for environmentally benign processes // J. Chemosphere. 2008. V. 72. P. 1621–1635.

16. Zhang N., Sun H., Liu X., Zhang J. Early-age characteristics of red mud-coal gangue cementitious material // J. Hazard. Mater. 2009. V. 167. P. 927–932.

17. ГОСТ 9179-77. Известь строительная. Технические условия. Lime for building purposes. Specifications.

18. ИСО 14688-2:2004. Геотехнические исследования и испытания. Идентификация и классификация грунтов. Часть 2: Принципы классификации и количественное выражение

характеристик. ISO 14688-2:2004 Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of soil. Part 2: Classification principles and quantification of descriptive characteristics

19. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Москва, 2003.

20. СН-25-74. Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов.

Ключевые слова: промышленные отходы, строительные материалы, экология, экономия, гомогенизация, прочность

Keywords: industrial waste, construction materials, environment, economy, homogenization, strength

Мымрин В.А., д.г.-м.н., профессор Федерального Технологического Университета штата Паранá (UTFPR), Куритиба, Бразилия.

E-mail: seva6219@gmail.com, телефоны: (55-41) 3279-4518 или 9989-4984. www.paginapesspal.utfpr.edu.br/mymrinev ; Скайп: almazseva

Mymrin VA, Doctor of sciences, professor at the Federal Technological University of Paraná State (UTFPR), Curitiba, Brazil.

E-mail: seva6219@gmail.com, phone: (55-41) 3279-4518 or 9989-4984. www.paginapesspal.utfpr.edu.br/mymrinev ; Skype: almazseva

Для цитирования

Мымрин В.А. Новые методы преобразования промышленных и муниципальных отходов в строительные материалы с высоким экономическим и экологическим эффектом / В.А. Мымрин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 398 – 408.

Citations

Mymrin V.A. New methods of transformation of industrial and municipal waste in building materials with high economic and ecological effect / V.A. Mymrin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 398 – 408.

УДК 691.168

АКТИВИРОВАННЫЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ ПОРОШОК ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА ИЗ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

А.А. Нурисламов, А.В. Щепелев, А.В. Михайлов

ООО «Техноресурс», г.Чебоксары, Россия

Аннотация.

Разработан простой и экономичный способ получения активированного минерального порошка из кварцевого песка. В процессе получения используются только песок и битум. Результаты испытаний полученного кварцевого минерального порошка и высокомарочных асфальтобетонов (тип Б-1 и ЦМА-15) на его основе свидетельствуют, что разработанный кварцевый минеральный порошок может быть равноценной заменой минеральным порошкам из карбонатных пород в дорожном строительстве.

HOT MIX ASPHALT ACTIVATED MINERAL FILLER MADE OF QUARTZ SAND. THE PRODUCTION METHOD AND BASIC PROPERTIES

Abstract

A simple and cost-effective method of activated mineral filler production on the base of quartz sand is developed. Nothing but the sand and bitumen are used in the process. The results of tests of this quartz sand mineral filler itself and of top grade hot mix asphalts (finegrained hot mix asphalt B-1 and crushed stone mastic asphalt SchMA-15) made on its base revealed that this quartz sand mineral filler can be used as a substitute for carbonates mineral fillers in road construction.

Получение современных высококачественных асфальтобетонов невозможно без применения минерального порошка. Действующие в настоящее время ГОСТы и нормативные документы РосАвтоДора допускают для использования в составе асфальтобетонных смесей марки 1 и щебеночно-мастичных асфальтобетонов только минеральные порошки из карбонатных пород. В то же время значительная часть территории нашей страны, по сути (за редкими исключениями) – все, что расположено к востоку от Урала плюс Юг России, испытывает большой дефицит, а иногда просто отсутствие, доступного качественного карбонатного сырья для производства минерального порошка для асфальтобетона.

Рядом отраслевых институтов и исследовательских коллективов еще во времена СССР предпринимались попытки создания минеральных порошков из альтернативных видов сырья, которые могли бы послужить заменой карбонатным порошкам в дорожном строительстве. Так, школой проф. Я.Н.Ковалева в Белоруссии [1] были разработаны способы активации минеральных порошков из кварцевого песка и/или техногенных кварцосодержащих отходов активирующими агентами, представляющими собой смеси битума, растворителей и различных ПАВ. В Институте химии ДВНЦ АН СССР [2] предложили способ активации некарбонатных минеральных порошков продуктами неполного сгорания углеводородных топлив. В советское время эти методы не получили широкого распространения, возможно, из-за сложности активирующих составов и технологического оформления, в технологии с неполным сгоранием – из-за проблем с экологией. В последние годы в работах В.С.Прокопца, В.В.Ядыкиной, В.В.Строковой [3,4,5] было показано, что минеральные порошки из кварцосодержащих природных и техногенных пород показывают высокое сродство к битуму и позволяют получать приемлемое качество асфальтобетонов, если они используются непосредственно сразу после процесса измельчения. Однако, при хранении и транспортировке все эти свойства некарбонатных порошков исчезают, по одним данным – через несколько часов, по другим данным – через несколько минут после помола.

Нами был разработан сравнительно простой способ получения активированного минерального порошка из кварцевого песка. В предлагаемом процессе используется только кварцевый песок и дорожный битум. Был выбран волжский речной намывной песок (г.Чебоксары), модуль крупности 1,82, содержание пылеватых и глинистых частиц 1,9%, набухание глинистых 0,9%. Рентгенофазовый анализ (ДРОН-3, Чувашский Государственный Университет им.И.Н.Ульянова) показывает 100% содержание кварца в пределах погрешности определения пиков от примесей. Для получения продукта в лабораторных условиях исходный высушенный и просеянный от посторонних примесей кварцевый песок прокаливался при температуре 300-400 °С в течение 2-3 часов. Песок прокаливался на противнях на открытом воздухе, температура поверхности песка (измеренная пирометром), составляла 300 °С, температура внутри слоя (измеренная термопарой) – составляла 350-400 °С. Толщина слоя песка составляла 5-7 см. Затем песок охлаждался до температуры 130-200 °С и подавался в предварительно нагретую до этой температуры

помольную камеру с мелющими телами (шарами). В эту же камеру подавался без предварительной подготовки дорожный битум в количестве 0.5-1.5% от массы песка. Измельчение проводилось до получения необходимого зернового состава минерального порошка, в нашем случае оно составляло 15-30 минут. Для измельчения использовалась лабораторная мельница нашего изготовления – аналог мельницы-мешалки Цейделя. Объем помольной камеры – 10,5 л., диаметр мелющих шаров – 15 мм, количество шаров – 15 кг, загрузка песка – 2.5 кг, количество оборотов 2-х лопастной мешалки – 500 об/мин.



а



б

Рис. 1. Лабораторная мельница
производства ООО «Техноресурс»:
а – помольная камера с шарами
и мешалкой, вид с открытой крышкой,
б – общий вид.

Для обеспечения необходимого температурного режима помола мельница была дооборудована электрическим подогревом с терморегулятором, который поддерживал температуру помольной камеры и шаров в пределах 130-200 °С.

Были произведены помолы с различным содержанием битума – от 0,5 до 1,5 % от массы песка. При содержании битума 0.5% полученный минеральный порошок имел битумоемкость по [11] выше 50 г., что хуже требований ГОСТа к самым высококачественным порошкам. При содержании битума 1.5% после 30-минутного помола не весь битум усваивался порошком, наблюдались мазки неусвоенного битума на крышке помольной камеры и штоке мешалки. Оптимальный активированный минеральный порошок получился при содержании битума в 1% от массы песка. Порошок представляет собой совершенно однородную по цвету массу, имеет очень низкую битумоемкость – 25-26 грамм, прекрасно держится на поверхности воды (тест на гидрофобность в соответствии с [16]).



Рис. 2. Капля воды на поверхности таблетки, отпрессованной из порошка.

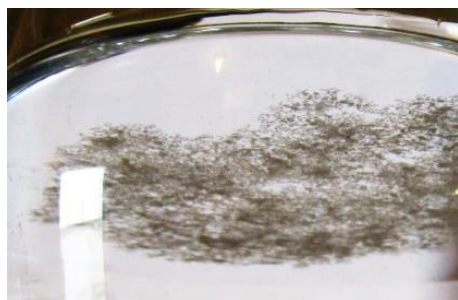


Рис. 3. Порошок на поверхности воды (вид снизу).

Однако, при дальнейших исследованиях обнаружилось, что пористость полученного таким образом порошка выше требований ГОСТа [6] – 35-37%, что выше требуемых менее 30%. Причиной оказалось, как это ни парадоксально, высокое качество помола лабораторной мельницы. При высококачественном помоле, как правило, получаются узкие фракции измельченного материала. При определении пористости методом прессования порошка частицы примерно одинакового размера не могут уложиться в достаточно плотную матрицу, что и не позволяет достичь требуемых ГОСТом низких значений пористости. Для решения этой проблемы были получены 2 фракции минерального порошка – одна, грубая, с удельной поверхностью 1700 $\text{см}^2/\text{г}$ (по прибору ПСХ-4), другая – тонкая, с удельной поверхностью 4400 $\text{см}^2/\text{г}$, затем эти фракции были в равных весовых долях тщательно перемешаны. Полученный таким образом порошок имел удельную поверхность 2300 $\text{см}^2/\text{г}$. В связи с тем, что удельные поверхности фракций отличалиськратно друг от друга, количество битума на каждую фракцию было пересчитано таким образом, чтобы в сумме 2-х фракций получить одинаковый расход битума на единицу удельной поверхности.

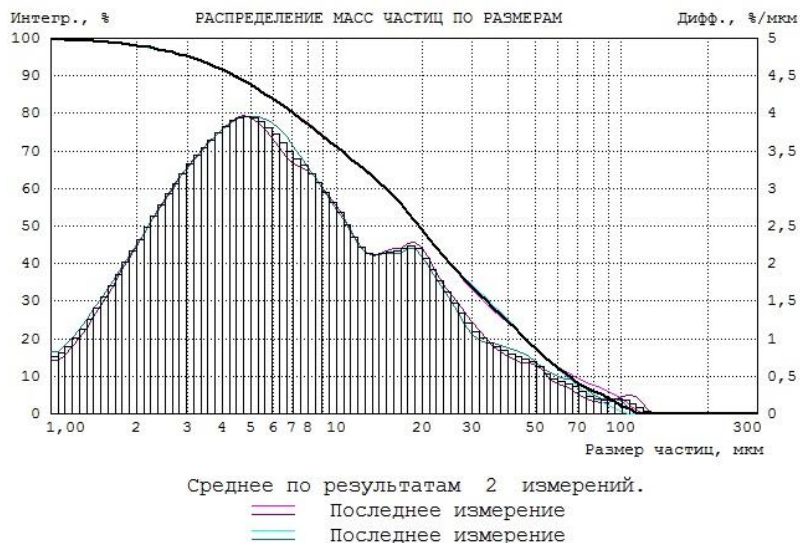


Рис. 4. Гранулометрия грубой фракции порошка.
Прибор ФСХ (ЛабНаучПрибор, г.Москва),

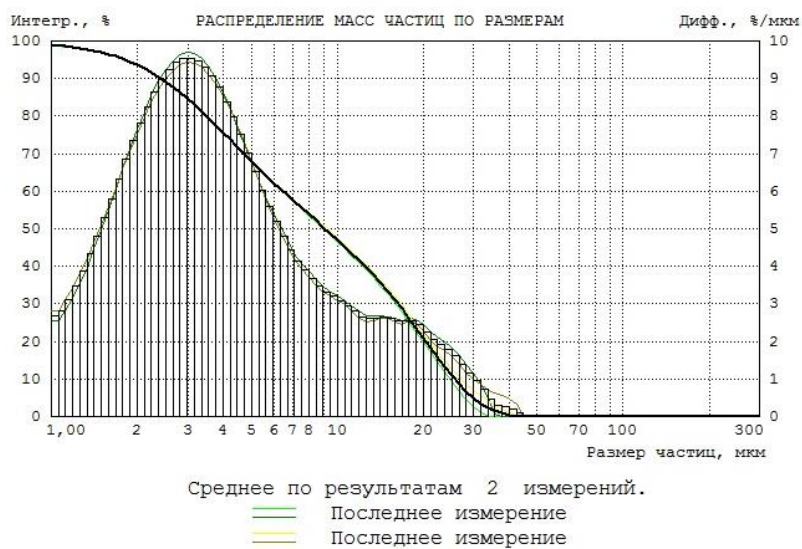


Рис. 5. Гранулометрия тонкой фракции порошка.

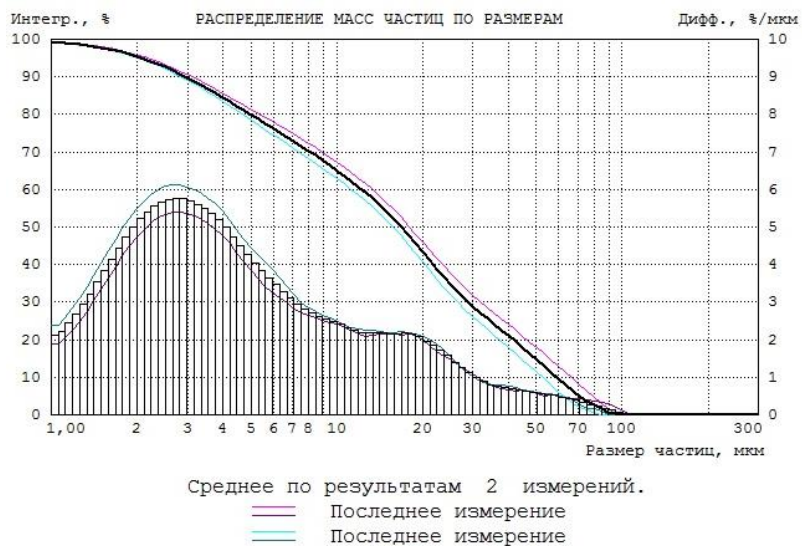


Рис. 6. Гранулометрия суммы фракций порошка.

Полученный таким образом минеральный порошок имел пористость 28-29%, что соответствует требованиям ГОСТа к самым высококачественным порошкам для асфальтобетона.

Далее полученный минеральный порошок был комплексно исследован как самостоятельный продукт, так и в составе высокомарочных асфальтобетонов.

Таблица 1. Физико-механические свойства минерального порошка.

Наименование показателя, единица измерения	Фактическое значение	Требования для марки МП-1 по ГОСТ 32761 [1]	Требования для марки МП-1 активированный порошок по ГОСТ Р 52129 [2]	Метод испытания
1. Средняя плотность, г/см ³	1,87	Не норм.	Не норм.	ГОСТ 32764 [8]
2. Истинная плотность, г/см ³	2,60	Не норм.	Не норм.	ГОСТ 32763 [9]
3. Зерновой состав, % по массе: - мельче 2 (1,25) мм; - мельче 0,125 (0,315) мм; - мельче 0,063 (0,071) мм	100 (100) 98,42 (99,88) 86,60 (85,76)	Не менее 100 Не менее 85 Не менее 70	Не менее 100 Не менее 90 Не менее 80	ГОСТ 32719 [10]
4. Пористость, %	29	Не более 30	Не более 30	ГОСТ 32764 [8]
5. Битумоемкость, г	26	Не более 50	Не более 80 для МП-2	ГОСТ 32766[11]
6. Влажность, % по массе	0,2	Не более 0,5	Не более 2,5 (для марки МП-2)	ГОСТ 32762[12]
7. Водостойкость образцов из смеси минерального порошка с битумом, %	0,92	Не менее 0,7 (для марки МП-3)	Не менее 0,7 (для марки МП-2)	ГОСТ 32765[13]
8. Набухание образцов из	0,5	Не более 1,8	Не более 1,8	ГОСТ 32707[14]

Наименование показателя, единица измерения	Фактическое значение	Требования для марки МП-1 по ГОСТ 32761 [1]	Требования для марки МП-1 активированный порошок по ГОСТ Р 52129 [2]	Метод испытания
смеси минерального порошка с битумом, %				
9. Содержание водорастворимых соединений, % по массе	0,47	Не более 6,0 (для марки МП-3)	Не более 6,0 (для марки МП-2)	ГОСТ 32705[15]
10. Гидрофобность	гидрофобный	Не норм.	Не норм.	ГОСТ 32704 [16]

Был подобран состав асфальтобетона тип Б-1 (табл. 2.). Также был подобран состав щебеночно-мастичного асфальтобетона ЦМА-15 (табл. 3.). Результаты испытаний данных составов представлены в таблицах 4,5.

Таблица 2. Состав Б-1.

Щебень гранитный 5-20 (Воронежская обл.)	Отсев гранитного щебня, МКр=3,6	Песок, МКр=2,82	Минеральный порошок кварцевый активированный	Битум БНД 60/90 сверх 100%
40%	27%	25%	8%	4,5%

Таблица 3. Состав ЦМА-15.

Щебень 5-10 (Воронеж)	Щебень 10-15	Отсев	Минеральный кварцевый активированный порошок	Битум БНД 60/90 Сверх 100%	VIATOP 66 Сверх 100%
21%	48%	20%	11%	5%	0.3%

Таблица 4. Основные физико-механические характеристики асфальтобетона тип Б-1. Горячий плотный мелкозернистый асфальтобетон типа Б-1 с активированным кварцевым минеральным порошком соответствует требованиям ГОСТ 9128 [17].

Смесь	Средняя плотность г/см ³	Водонасыщен е по объему образцов, отформованн ых из смеси, %	Предел прочности при сжатии, МПа				Сдвигоустойчивость		Трещино- стойкость, МПа	Водост ойкост ь	Водостойк ость при длит. вод.
			50 °С	20 °С	20 °С водон.	20 °С длит. водон.	0 °С	коэфф. внутр. трения			
тип Б-1	2,51	1,81	1,98	3,92	3,88	4,68	8,94	0,88	4,2	0,99	1
Требовани я ГОСТ 9128 [13]	-	От 1,5 до 4,0	Не менее 1,2	Не менее 2,5	-		Не более 11,0	1	От 3,5 до 6,0	Не менее 0,90	Не менее 0,85

Таблица 5. Основные физико-механические характеристики щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси

Смесь	Средняя плотность г/см ³	Водонасыщен е по объему образцов, отформованн ых из смеси, %	Предел прочности при сжатии, при температуре, МПа					Сдвигоустойчивость		Трещинос тойкость, МПа	Водост ойкост ь	Водостой кость при длит. вод.
			50 °С	20 °С	20 °С водон.	20 °С длит. водон.	0 °С	коэфф. внутр. трения	сцепление при сдвиге			
ЩМАС- 15	2,57	2,33	1,32	4,49	4,38	4,05	8,79	0,96	0,29	3,87	0,98	0,90
Требовани я ГОСТ 31015	-	От 1,0 до 4,0	Не менее 0,65	Не менее 2,2	-	-	-	Не менее 0,93	Не менее 0,18	От 2,5 до 6,0	-	Не менее 0,85

Таким образом, в данном цикле исследований показано, что активированный минеральный порошок для асфальтобетона можно производить из повсеместно доступного сырья – кварцевого песка, речного или карьерного, крупного или мелкого. Дополнительным преимуществом данного способа является возможность производить кондиционный минеральный порошок из некондиционных для строительных применений песков – мелких и очень мелких, таким образом, данное производство не будет конкурировать с основным строительным комплексом за средние и крупные строительные пески, которые зачастую также являются дефицитом.

При практическом применении данного способа получения минерального порошка особое значение будет иметь конкретный способ помола и конкретный помольный агрегат для измельчения такого высокоабразивного материала, как кварцевый песок. Практически все известные в строительной индустрии помольные агрегаты при измельчении кварцевого песка имеют значительный износ как самих мелющих тел, так и стенок помольной камеры, что делает крупнотоннажное измельчение кварцевого песка экономически малопривлекательным. Видимо, по этой причине тонкоизмельченные кварцевые пески не получили пока повсеместного применения в строительной практике.

В настоящее время нами разрабатывается промышленная технология производства активированного минерального порошка из кварцевого песка, в которой будет предложен высокоэффективный помольный агрегат, который успешно испытывался на абразивных материалах на протяжении нескольких лет и показал низкий удельный износ и высокую энергетическую эффективность.

Литература

1. Ковалев Я.Н. Активационно-технологическая механика дорожного асфальтобетона. Мн.; Выш.шк., 1990.
2. А.С. СССР № 975 671, МКИ С0 4В 31/44.
3. В.С. Прокопец, В.С.Лесовик, Производство и применение дорожно-строительных материалов на основе сырья, модифицированного механической активацией. Белгород; Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2005.
4. Патент РФ № 245 09 91, МПК С04В 26/26.
5. Патент РФ № 250 62 38, МПК С04В 26/26.
6. ГОСТ 32761—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Минеральный порошок. Технические требования. — Введ. 2015-02-01.— М.: Стандартинформ, 2014.— 9 с.

7. ГОСТ Р 52129—2003. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия. — Введ. 2003-10-01.— М.: ФГУП ЦПП, 2004.— 34 с.

8. ГОСТ 32764—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Минеральный порошок. Метод определения средней плотности и пористости. — Введ. 2015-02-01.— М.: Стандартиформ, 2014.— 6 с.

9. ГОСТ 32763—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Минеральный порошок. Метод определения истинной плотности. — Введ. 2015-02-01.— М.: Стандартиформ, 2014.— 6 с.

10. ГОСТ 32719—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Минеральный порошок. Метод определения зернового состава. — Введ. 2015-02-01.— М.: Стандартиформ, 2015.— 6 с.

11. ГОСТ 32766—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Минеральный порошок. Метод определения показателя битумоемкости. — Введ. 2015-02-01.— М.: Стандартиформ, 2014.— 6 с.

12. ГОСТ 32762—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Минеральный порошок. Метод определения влажности. — Введ. 2015-02-01.— М.: Стандартиформ, 2015.— 4 с.

13. ГОСТ 32765—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Минеральный порошок. Метод определения водостойкости асфальтового вяжущего (смеси минерального порошка с битумом). — Введ. 2015-02-01.— М.: Стандартиформ, 2014.— 5 с.

14. ГОСТ 32707—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Минеральный порошок. Метод определения набухания образцов из смеси порошка с битумом. — Введ. 2015-02-01.— М.: Стандартиформ, 2014.— 6 с.

15. ГОСТ 32705—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Минеральный порошок. Метод определения содержания водорастворимых соединений. — Введ. 2015-02-01.— М.: Стандартиформ, 2014.— 5 с.

16. ГОСТ 32704—2014. Дороги автомобильные общего пользования. Минеральный порошок. Метод определения гидрофобности. — Введ. 2015-02-01.— М.: Стандартиформ, 2014.— 5 с.

17. ГОСТ 9128—2009. Смесии асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. — Введ. 2011-01-01.— М.: Стандартиформ, 2010.— 18 с.

Ключевые слова: активированный минеральный порошок, асфальтобетон, ЦМА, кварцевый песок, речной песок, карьерный песок, способ производства.

Key words: activated mineral filler, powdery mineral filler, hot mix asphalt, crushed stone mastic asphalt, quartz sand, quarry sand, river sand, production method.

Нурисламов А.А. - инженер-технолог ООО «Техноресурс»;
ms-eng@mail.ru; +7 953 017 58 52

Щепелев А.В. - к.т.н., научный сотрудник ООО «Техноресурс»

Михайлов А.В. - технический Директор ООО «Техноресурс»

Nurislamov A.A. - Process Engineer "Tehnoresurs" Ltd.; ms-eng@mail.ru;
+7 953 017 58 52

Shepelev A.V. - Ph.D., Researcher "Tehnoresurs" Ltd.

Mikhailov A.V. - Technical Director "Tehnoresurs" Ltd.

Для цитирования:

Нурисламов А.А. Активированный минеральный порошок для асфальтобетона из кварцевого песка. Способ получения и основные характеристики / А.А. Нурисламов, А.В. Щепелев, А.В. Михайлов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 409 – 420.

Citation:

Nurislamov A.A. Hot mix asphalt activated mineral filler made of quartz sand. the production method and basic properties / A.A. Nurislamov, A.V. Shepelev, A.V. Mikhailov New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 409 – 420.

УДК 69.003.13

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ КАРКАСА ЗДАНИЯ

А.И. Соколова, Н.Г. Мамаев

ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В данной статье авторами показана эффективность различных методов зимнего бетонирования конструкций каркаса здания. Рассматриваются различные методы выбора эффективного метода зимнего бетонирования.

TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF WINTER CONCRETING BUILDING FRAMES

Abstract:

In this article authors have shown efficiency of various methods of winter concreting of designs of a framework of the building. Criteria of the choice of an effective method of winter concreting are considered.

В нашей стране в последнее время наблюдается рост объемов строительства из монолитного бетона и железобетона. Возросшие требования к качеству работ, дефицит и рост стоимости электроэнергии вызывает необходимость пересмотра традиционного подхода к выбору метода зимнего бетонирования.

С развитием строительства из монолитного бетона и работ в зимнее время появилось большее количество методов зимнего бетонирования, многие из которых были впервые применены в середине прошлого века. Каждый из методов эффективен для конкретной конструкции и конкретных условий производства работ.

На настоящий момент не существует единого взгляда на методы выбора критерия эффективности различных технологий ускорения твердения бетона и зимнего бетонирования и на показатели их оценки. Нет также единого научного подхода, учитывающего фактическое множество вероятностных факторов в конкретных условиях производства работ и их комплексное влияние на конечные результаты.

Для сравнения выбрано 10 методов зимнего бетонирования для конструкций каркаса (перекрытия, стен, колонн): 1) противоморозные добавки (бетон с ускоряющими добавками, выдерживаемый по методу термоса); 2) противоморозные добавки (холодный бетон, выдерживаемый по методу замораживания); 3)

электродный прогрев; 4) паропрогрев; 5) периферийный электропрогрев; 6) греющая опалубка; 7) инфракрасный обогрев; 8) индукционный прогрев; 9) предварительный электроразогрев; 10) термос. В расчетах частные критерии (время выдерживания, затраты электроэнергии, трудоемкость, себестоимость) приняты равноценными.

Было рассмотрено два метода выбора эффективного варианта метода зимнего бетонирования: по системе дифференциальных критериев на основе стохастической квалиметрии и на основе двойной многокритериальной оптимизации. Оба метода дают разные варианты оптимального метода зимнего бетонирования.

Для наглядности произведено сравнение трех полученных оптимальных вариантов по двум методам выбора эффективного варианта с традиционным расчетом эффективности по приведенным затратам $ПЗ_i$, минимум которых показывает его эффективность, согласно «Инструкции по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений» по формуле

$$ПЗ_i = C_i + 0,15K_i \rightarrow \min,$$

где C_i - общая стоимость способа, руб.;

K_i - единовременные затраты, руб.

Таблица 3.1

Сравнение расчета эффективности по системе дифференциальных критериев на основе стохастической квалиметрии и по приведенным затратам

Конструкция	Рекомендуемые методы зимнего бетонирования	Приведенные затраты, руб./м ³	Совпадение методов расчета
Перекрытия	Термос	29,66	1/3
	Периферийный прогрев	24,3	2/1
	Электродный прогрев	24,31	3/2
Стены	Термос	29,66	1/3
	Периферийный прогрев	21,33	2/3
	Электродный прогрев	21,26	3/1
Колонны	Термос	17,73	1/3
	Периферийный прогрев	12,22	2/1
	Электродный прогрев	14,11	3/2

* в числителе место варианта по расчету эффективности по системе дифференциальных критериев на основе стохастической квалиметрии, в знаменателе – по приведенным затратам.

Таблица 3.2

Сравнение расчета эффективности на основе двойной многокритериальной оптимизации и по приведенным затратам

Конструкция	Рекомендуемые методы зимнего бетонирования	Приведенные затраты, руб./м ³	Совпадение методов расчета
Перекрытия	1.Электродный прогрев	24,31	1/2*
	2.Периферийный прогрев	24,3	2/1
	3.Противоморозные добавки	29,66	3/3
Стены	1.Электродный прогрев	21,26	1/1
	2.Периферийный прогрев	21,33	2/2
	3.Противоморозные добавки	30,64	3/3
Колонны	1.Электродный прогрев	12,22	1/1
	2.Периферийный прогрев	14,11	2/2
	3.Противоморозные добавки	18,61	3/3

* в числителе место варианта по расчету эффективности на основе двойной многокритериальной оптимизации, в знаменателе – по приведенным затратам.

Сравнение показывает, что наибольшее совпадение расчета эффективности по приведенным затратам наблюдается с методом оценки эффективности на основе двойной многокритериальной оптимизации. В случае с расчетом эффективности по системе дифференциальных критериев на основе стохастической квалиметрии отклонения объясняются субъективными предпочтениями критериев зимнего бетонирования экспертами, т.е. в каждой конкретной ситуации результаты могут различаться, может быть совпадение с расчетами по приведенным затратам, а может и нет.

Ключевые слова: энергоэффективность, монолитные конструкции, бетонная смесь, зимнее бетонирование

Keywords: energy efficiency, monolithic constructions, concrete mix, winter concreting.

Мамаев Николай Григорьевич, доцент кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного

факультета; пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары, 428000; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Соколова Алина Иосифовна, старший преподаватель кафедры строительного производства и экономики строительства строительного факультета; пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары, 428000; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Mamaev Nicolay Grigoryevich, associate professor of construction technology, geotechnical engineering and building construction, civil engineering faculty; Lenin str., 6, Cheboksary, 428000; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; tel. 62-55-31 (ext. 6114).

Sokolova Alina Iosifovna, senior lecturer of construction technology, geotechnical engineering and building construction, civil engineering faculty; Lenin str., 6, Cheboksary, 428000; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; tel. 62-55-31 (ext. 6114).

Для цитирования

Соколова А.И. Техничко-экономическая эффективность зимнего бетонирования каркаса здания / А.И. Соколова, Н.Г. Мамаев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 421 – 424.

Citations

Sokolova A.I. Technical and economic efficiency of winter concreting building frames / A.I. Sokolova, N.G. Mamaev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 421 – 424.

УДК 624.012.46

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ СВОЙСТВ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА ПРИ СТАТИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Д. Г. Уткин, Д. В. Григорьев, И. А. Зайцев
ФГБОУ ВО «ТГАСУ», Томск, Россия

Аннотация:

Экспериментальное исследование прочности и деформативности сталефибробетона при сжатии и растяжении путём испытания сталефибробетонных призм и "восьмёрок", а также сравнение показателей прочности сталефибробетона и бетона

INVESTIGATION OF STRENGTH AND DEFORMATION PROPERTIES OF STEEL FIBER REINFORCED CONCRETE UNDER STATIC LOADING

Abstract:

Experimental researching of strength and deformability of steel fiber concrete compressive and tensile by tests of steel fiber concrete prisms and "eights", comparison of performance and durability of steel fiber concrete.

Сталефибробетон является одним из новых и эффективных строительных материалов, прочностные и деформативные свойства которого были исследованы и проанализированы различными учеными[1...4].

Сталефибробетон - строительный композиционный материал, представляющий собой бетон, армированный стальной фиброй.

Целесообразно использовать в элементах конструкций зонное сталефибровое армирование, тем самым повышая несущую способность, деформативность железобетонных конструкций, работу при различных видах напряженно – деформированного состояния. Использование такого вида армирования может значительно увеличить показатели прочности нормальных, а также наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов при статическом и кратковременном динамическом нагружении.

Метод расчёта сталефиброжелезобетонных элементов по двум группам предельных состояний, представленный в СП 52-104-2009 «Сталефибробетонные конструкции» подразумевает расчёт статически нагруженных элементов. В существующих нормативных источниках отсутствуют данные о прочностных и деформативных

характеристиках сталефибробетона во всем диапазоне нагружения конструкций при статической и кратковременной динамической нагрузке.

В рамках исследований для получения прочностных и деформативных характеристик сталефибробетона был проведен ряд контрольных испытаний. Были испытаны шесть сталефибробетонных призм размером 100*100*400 мм, а также сталефибробетонные "восьмерки", размерами сечения в крайних утолщенных частях 100*100*90 мм соответственно, в более тонкой рабочей части 70*70*300 мм (рис. 1).

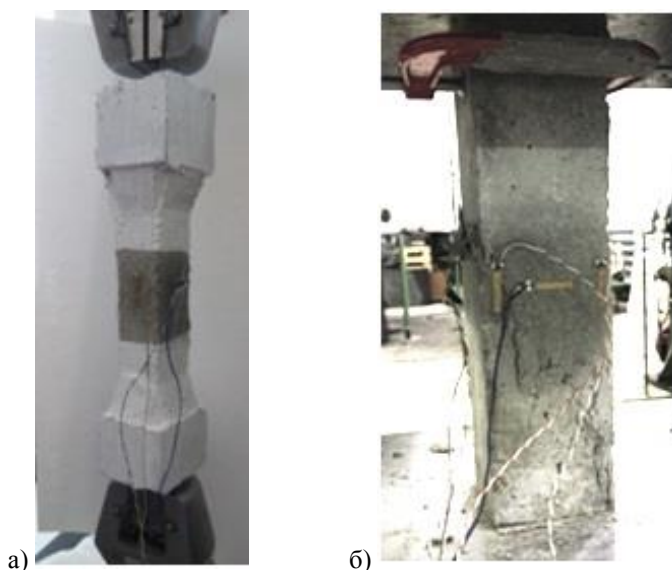


Рис. 1. Общий вид : а) сталефибробетонной «восьмёрки»
б) сталефибробетонной призмы

Экспериментальные образцы изготавливались в сборно-разборной опалубке. Изготовление сталефибробетонной смеси производилось в лабораторных условиях. Состав бетонной смеси (по массе): 1,00 (цемент); 0,92 (крупный заполнитель, щебень); 2,47 (мелкий заполнитель, песок). Водоцементное отношение В/Ц принято равным 0,50. Для приготовления бетонной смеси использовался портландцемент марки М400. Расход цемента во всех опытах принимался одинаковым и составлял 460 кг/м³. Крупный заполнитель

представлял собой серый щебень крупностью 5...10 мм в количестве 25 % от веса мелкого заполнителя.

Призмы и «восьмёрки» содержали одинаковый процент зонного фибрового армирования по объему - 2%. Для изготовления конструкций применялась фибра, нарезанная из стальной полосы, сечением 0,4х0,6 мм длиной 40 мм по ТУ 67-987-88.

На каждую призму наклеивалось по пять тензорезисторов базой 20 мм типа ПКБ – 20 для измерения продольных деформаций и один тензорезистор для измерения поперечных деформаций, а также устанавливался прогибомер для фиксации деформаций бетона (сталефибробетона) после выхода из строя тензорезисторов, наклеенных на поверхность призмы.

На каждую «восьмерку» наклеивалось по три тензорезистора в тонкой рабочей части базой 20 мм типа ПКБ – 20 для измерения продольных деформаций. Образцы закреплялись за выведенную из концов «восьмерки» арматуру и испытывались на разрывной машине, нагружая до разрушения при постоянной скорости нарастания нагрузки ($0,05 \pm 0,01$) МПа/с.

Также деформации сталефибробетонных призм и "восьмёрок" измерялись при помощи цифровой оптической системы Vic3D. Данная система использует принцип корреляции цифровых стереоскопических изображений, который позволяет на основе их анализа получить качественную и количественную оценку полей деформаций и перемещений для исследуемой поверхности испытываемого нагружением образца. Система позволяет проводить детальную обработку и анализ полученных данных, в том числе устанавливать виртуальные цифровые экстензометры в произвольных местах полученных изополей, с помощью которых можно получить относительные деформации в характерных зонах поверхности образца.

В результате проведенных испытаний контрольных образцов получены схемы разрушения (рис. 2 и 3) и данные с тензорезисторов и прогибомера для сталефибробетона при сжатии на гидравлическом прессе UTM - 4500 и на гидравлическом прессе П250, а также при растяжении на разрывной машине(рис. 4).

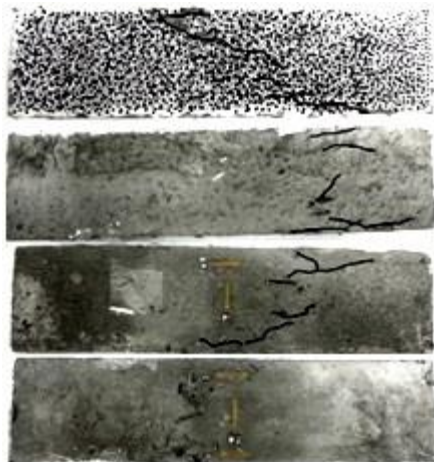


Рис.2. Схема разрушения и трещинообразования призм

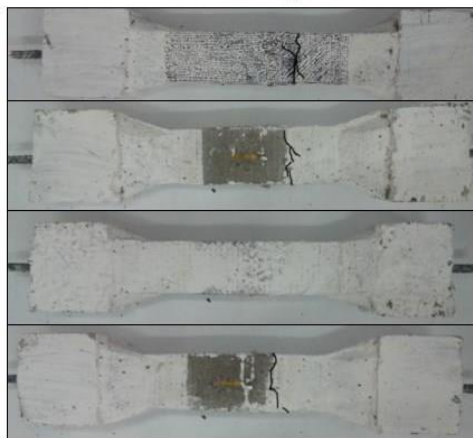


Рис.3. Схема разрушения и трещинообразования «восьмёрок»

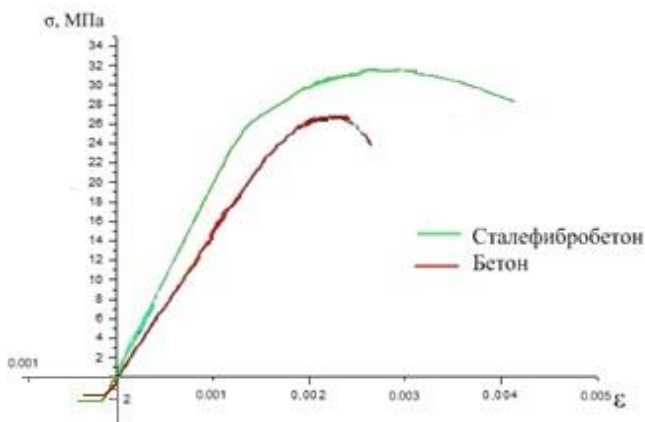


Рис. 4. Диаграмма " σ - ϵ " при сжатии и растяжении бетона и сталефибробетона

На основании полученных результатов при испытаниях контрольных образцов, было установлено, что бетон и сталефибробетон имеют следующие характеристики: $R_{bn} = 18,5$ МПа, $R_{btn} = 1,6$ МПа, $R_b = 14,5$ МПа, $R_{bt} = 1,05$ МПа, $E_b = 30000$ МПа) и $R_{fb} = 24.5 \dots 27.8$ МПа, $R_{fbt} = 2.1$ МПа соответственно.

Литература

1. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции /Рабинович Ф.Н//М.: Изд-во АСВ, Москва – 2004. - 560 с.
2. Григорьев В. И. Напряженно-деформированное состояние сталефибро-железобетонных изгибаемых элементов при импульсном воздействии/ В. И. Григорьев.//Автореф. дис. ... канд. техн. наук – Л., 1986. – 24 с.
3. Морозов В. И. Эффективность применения фибробетона в конструкциях при динамических воздействиях / В. И. Морозов, Ю. В. Пухаренко // Вестник МГСУ. Научно-технический журнал. - 2014. - N 3. - С. 189-196.
4. Уткин Д.Г. Совершенствование метода расчета прочности сжато-изогнутых железобетонных элементов с зонным армированием

из стальной фибры при кратковременном динамическом нагружении /Д.Г.Уткин//Дисс. к.т.н. – Томск,2009. – 183 с.

Ключевые слова: сталефибробетон, прочность, деформативность, фибра, статическое нагружение.

Keywords: steel fiber concrete, strength, deformability, fiber, static loading.

Уткин Дмитрий Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент,
udg70@mail.ru

Григорьев Данил Викторович, магистрант, killer.hammer@mail.ru

Зайцев Илья Александрович, магистрант,
west_mclaren_mercedes@mail.ru, ТГАСУ, Томск, РФ

Utkin Dmitry G., PhD. tehn. Sciences, Associate Professor,
udg70@mail.ru

Danil V. Grigoriev, undergraduate, killer.hammer@mail.ru

Ilya A. Zaitsev, undergraduate, west_mclaren_mercedes@mail.ru,
TGASU, Tomsk, Russia

Для цитирования

Уткин Д.Г. Исследование прочностных и деформативных свойств сталефибробетона при статическом нагружении / Д. Г. Уткин, Д. В. Григорьев, И. А. Зайцев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 425 – 430.

Citations

Utkin D.G. Investigation of strength and deformation properties of steel fiber reinforced concrete under static loading / D.G. Utkin, Danil V.G., I.A. Zaitsev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 425 – 430.

УДК 338.26:711.4(470)

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

И.П. Федосеева, Е.В. Трофимова, В.Ф. Богданов, Н.Г. Мамаев
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.
Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

В данной статье авторами поставлена задача уточнения роли градостроительства и территориального планирования с точки зрения эффективности для социально-экономической политики региона. Авторами приводятся особенности и ключевые моменты, которые необходимо учитывать при стратегическом подходе к развитию региона.

THE URBAN PLANNING AS THE STRATEGIC TOOL FOR THE REGIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT

Abstract

In this article, the authors posed the problem of clarifying the role of urban and territorial planning from the point of view of efficiency of socio-economic policy of the region. The authors provide the characteristics and key points you need to consider a more strategic approach to the development of the region.

Пространственное планирование является основным инструментом в достижении экономической стабильности и социального благополучия общества и способствует устойчивому функционированию и сбалансированному развитию государства и повышению конкурентоспособности.

Взаимодействие региональных субъектов Российской Федерации в сферах производства, культуры, образования и других социально-экономических отраслях с одновременным формированием соответствующих территориальных систем является залогом успешного развития регионов.

В современных условиях основной задачей государственной политики Российской Федерации является обеспечение порядка в сфере регулирования земельных отношений, в том числе грамотное управление федеральными, региональными и муниципальными органами власти земельными ресурсами путем эффективного распоряжения земельными участками и предоставления их под различные виды социально-экономической деятельности.

Во всех экономически развитых странах с высокой плотностью населения территория является главным ресурсом, эффективное распоряжение которым является первоочередной задачей государства.

Анализ территориального планирования необходим для установления в каждом муниципалитете границ функциональных зон с конкретным перечнем видов деятельности и объектов, которые можно там осуществлять и размещать, с учетом соблюдения комплекса мер безопасности.

Территориальное планирование является инструментом осуществления градостроительной деятельности и функционирует наряду с градостроительным зонированием, планировкой территории, проектированием, строительством, капитальным ремонтом, реконструкцией объектов капитального строительства, эксплуатацией зданий и сооружений.

Градостроительное зонирование территорий муниципальных образований регионов определяет границы и виды территориальных зон, устанавливает в их пределах градостроительные регламенты (виды разрешенного использования земельных участков, их максимальные и минимальные размеры для осуществления различных видов деятельности, предельные параметры разрешенного строительства и реконструкции объектов, а также ограничения по использованию земельных участков и различных объектов).

Основной задачей территориального планирования является определение назначения территорий в целях обеспечения стабильного развития инфраструктуры регионов и качества жизни населения.

Территориальное планирование невозможно осуществлять без регулирования отношений земельной собственности, прав её реализации и создание условий для эффективного использования земельных участков.

Территориальное планирование направлено на сочетание отраслей хозяйства и их объектов на определенных территориях в целях их эффективного функционирования и развития.

Предметом территориального планирования является всестороннее развитие каждого субъекта Российской Федерации, муниципальных районов, городских округов, поселений городского и сельского типа.

Каждый регион, как социально-экономическая система, имеет определенные цели и сроки их достижения, разрабатывает алгоритм решения конкретных задач и выявляет типы и размеры ресурсов, которые необходимо затратить на их выполнение.

Решения по указанным вопросам органы власти принимают в соответствии с документами территориального планирования и градостроительного зонирования.

Подготовка указанных документов осуществляется на основании стратегий и программ развития отраслей экономики, приоритетных национальных проектов, государственных программ и планов.

Среди российских регионов, которые начали осуществлять комплексный стратегический подход к планированию региональной экономики как важнейшей функции государственного управления, Чувашская Республика является одной из первых.

Положительным фактором, влияющим на развитие региона, является наличие утвержденной градостроительной документации. В Чувашской Республике утверждены схемы территориального планирования Чувашской Республики и всех 21 муниципальных районов, генеральные планы и правила землепользования и застройки всех 5 городских округов, а также 7 городских и 284 сельских поселений. В настоящее время ведется их актуализация в соответствии с изменившимися требованиями законодательства.

Устойчивое развитие территории региона невозможно без создания условий для обеспечения прозрачности градостроительной деятельности региона, в том числе территориального планирования, и организации участия граждан в ее осуществлении.

Органы государственной власти, органы местного самоуправления, физические и юридические лица имеют открытый доступ к сведениям о площади, конфигурации земельных участков и объектах капитального строительства, расположенных на них и возможных к размещению и другим достоверным сведениям, необходимым для осуществления различных видов экономической деятельности. Указанные сведения размещаются в федеральной государственной информационной системе территориального планирования и информационных системах обеспечения градостроительной деятельности.

Граждане и правообладатели земельных участков и объектов капитального строительства в рамках реализации своих прав на комфортные условия проживания и жизнедеятельности участвуют в осуществлении градостроительной деятельности путем представления предложений и замечаний в ходе публичных слушаний по рассмотрению проектов генеральных планов, правил землепользования и застройки и внесения в них изменений, а также по обсуждению проектов планировок территорий и вопросов предоставления разрешений на условно разрешенный вид

использования и на отклонение от предельных параметров разрешенного строительства. Рассмотрение особо значимых вопросов в области градостроительства осуществляется на градостроительных советах, организованных органами исполнительной власти и органами местного самоуправления.

В целях обеспечения социально-экономического развития региона необходимо осуществлять эффективное управление пространством путем регулирования градостроительной деятельности и создания благоприятной среды для развития общества. В случае возникновения противоречий в градостроительном формообразовании возможно обострение конфликтных ситуаций, усиление социальной и экологической напряженности. Эффективное развитие региона должно протекать в контексте социальной справедливости, экологической устойчивости и на основе комфортного человеческого проживания.

Причины изменений, возникающих в градостроительных системах, могут быть вызваны ростом рождаемости, расширением территорий, корректировкой приоритетов рынков. Следовательно, важно осуществлять мониторинг качества жизни граждан и эффективности управления регионом, с целью выбора стратегических направлений его развития.

Ключевые слова: градостроительство, территориальное планирование, региональная экономика, стратегия

Keywords: urban planning, spatial planning, regional economy, strategy

Федосеева Ирина Петровна, ст. преподаватель кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»; пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Трофимова Елена Владимировна, главный специалист-эксперт отдела градостроительства и архитектуры Минстроя Чувашии, г. Чебоксары; e-mail: lf88@mail.ru; тел. 89196649892.

Богданов Василий Филиппович, доцент кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»; пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Николай Григорьевич Мамаев, к.т.н., доцент кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО ЧГУ им. И.Н. Ульянова; служ. адрес: пр. Ленина, 6, Строительный факультет, кабинет Н-407, г. Чебоксары; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Fedoseyeva Irina Petrovna, art. Lecturer of the Department of technology, geotechnic and economy of construction Civil Engineering Faculty Federal State Educational Budget Institution of Higher Education «The Ulianov Chuvash State University»; Lenina ave., 6, Faculty of Civil Engineering, Office H-407, Cheboksary; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; tel. 62-55-31 (ext. 6114).

Trofimova Elena Vladimirovna, chief specialist-expert of the Department of town planning and architecture of the Ministry of construction, architecture and housing and communal services of Chuvash Republic, Cheboksary; e-mail: lf88@mail.ru; tel. 89196649892.

Bogdanov Vasily Filipovich, associate professor of the Department of technology, geotechnic and economy of construction Civil Engineering Faculty Federal State Educational Budget Institution of Higher Education «The Ulianov Chuvash State University»; Lenina ave., 6, Faculty of Civil Engineering, Office H-407, Cheboksary; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; tel. 62-55-31 (ext. 6114).

Mamaev Nicolay Grigoryevich, associate professor of the Department of technology, geotechnic and economy of construction Civil Engineering Faculty Federal State Educational Budget Institution of Higher Education «The Ulianov Chuvash State University»; Lenina ave., 6, Faculty of Civil Engineering, Office H-407, Cheboksary; e-mail: kafedraSPuES@mail.ru; tel. 62-55-31 (ext. 6114).

Для цитирования:

Федосеева И.П. Градостроительство как стратегический инструмент развития региональной экономики / И.П. Федосеева, Е.В. Трофимова, В.Ф. Богданов, Н.Г. Мамаев // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 431 – 435.

Citation:

Fedoseyeva I.P. The urban planning as the strategic tool for the regional economic development / I.P. Fedoseyeva, E.V. Trofimova, V.F. Bogdanov, N.G. Mamaev // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 431 – 435.

УДК 338:693.95

ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ СИСТЕМ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Н.И. Фомин, Е.Э. Зотеева

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

Аннотация

В работе предлагается инженерная методика определения инновационного потенциала сборно-монолитной системы гражданского здания. Представлены результаты оценки инновационного потенциала ряда сборно-монолитных систем.

ESTIMATE OF INNOVATIVE POTENTIAL FOR PRECAST AND CAST-IN-SITU CIVIC BUILDINGS SYSTEMS

Abstract

In the paper the engineering technique estimate of innovative potential for precast and cast-in-situ system of the civic building is offered. Innovative potential estimate results of a row precast and cast-in-situ systems are provided.

В России большая часть территории находятся в районах с преобладанием отрицательных температур. Возведение зданий с монолитным каркасом в таких районах требует высокой квалификации рабочих и значительных трудозатрат на строительной площадке. Условиям индустриального и массового гражданского строительства, в частности жилья, в большей степени соответствуют сборно-монолитные каркасные системы, которые имеют соответствующую заводскую готовность и высокую технологичность, что позволяет существенно снизить трудоемкость и продолжительность возведения каркаса [1].

Сборно-монолитные системы обеспечивают высокую скорость возведения каркаса [2, 3, 4] и известную гибкость архитектурно-планировочных решений. При этом достигается снижение удельных расходов материалов и трудоемкости производства работ.

Сборно-монолитный каркас в среднем снижает потребности в бетоне с $0,7 \text{ м}^3$ на 1 м^2 общей площади до $0,4 \text{ м}^3$. Расход арматуры снижается в 1,5...2 раза. Экономия цемента, металла, других материалов, энергоресурсов и транспортных расходов достигается изготовлением на заводских стендах предварительно напряженных элементов каркаса [5].

Наряду с привлекательностью использования сборно-монолитных систем для возведения гражданских зданий существует проблема комплексной оценки их ресурсных возможностей для дальнейшего совершенствования, учитываемых при их отборе для массового практического применения. Несмотря на значительное количество публикаций, содержащих конструктивные и технологические особенности той или иной широко используемой в гражданском строительстве сборно-монолитной системы, отметим [6, 7], до настоящего времени не предложено методики оценки возможностей ее ресурсной базы, выраженной в инновационном потенциале.

В данной работе предлагается инженерная методика определения инновационного потенциала сборно-монолитной системы гражданского здания. Представлены результаты оценки инновационного потенциала для сборно-монолитных систем гражданских зданий, реализованных в г. Екатеринбурге за последние несколько лет.

Устоявшегося понятия инновационного потенциала для строительных систем зданий и их отдельных элементов, до настоящего времени не сложилось [8]. Под инновационным потенциалом сборно-монолитной системы гражданского здания мы будем понимать совокупность характеристик, отражающих ресурсные возможности системы для ее масштабного использования, удовлетворения ожиданий потребителей и совершенствования, при соответствующем нормативно-методическом и технологическом обеспечении и патентной защите обновляющихся конструктивных и технологических решений.

Анализ гражданского строительства в г. Екатеринбурге (рассмотрено более 120 проектов зданий, построенных в период 2010 – 2016 г.г.) выявил, по крайней мере, 5 успешно реализованных сборно-монолитных систем: «РЕКОН» (так называемая «Чебоксарская серия»); «Универсальная открытая архитектурно-строительная система многоэтажных зданий АРКОС» (Серия Б1.020.1-7); «Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса» (КУБ-2,5); «Универсальная домостроительная система» (УДС); сборно-монолитный каркас с несъемной железобетонной опалубкой стен и перекрытий с несущим арматурным каркасом «Филигран».

Общие характеристики указанных сборно-монолитных систем гражданских зданий, включая инновационную составляющую – основные патенты РФ по новационным решениям, разработанным для системы, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сборно-монолитные системы гражданских зданий, реализованные в Екатеринбурге

Наименование системы	Общие характеристики	Основные российские патенты
1	2	3
«РЕКОН» («Чебоксарская серия»)	Каркас состоит из сборных многоярусных колонн, имеющих просечки в уровне перекрытий, и комплексных сборно-монолитных ригелей балочной конструкции, (сборная часть прямоугольного сечения, предварительно напряженная), которые поэтажно объединены сборно-монолитными дисками перекрытий (сборная часть – предварительно напряженные железобетонные плиты). Шаг колонн сечением от 250×250 мм, при ригелях от 250×200 мм, находится в диапазоне от 1,5 до 7,2 м. Колонны соединяются по высоте вне уровня перекрытия, без сварки, при помощи «штепсельного стыка».	2107784 от 30.12.96 (И) 2108431 от 30.12.96 (И) 2182624 от 05.09.01 (И) 2198268 от 05.09.01 (И) 2198269 от 05.09.01 (И) 2198270 от 05.09.01 (И)
Универсальная открытая архитектурно-строительная система многоэтажных зданий АРКОС» (Серия Б1.020.1-7)	Каркас состоит из сборных одноярусных или многоярусных колонн (как правило, на 2 этажа), имеющих просечки в уровне перекрытий, и сборно-монолитного перекрытия, образованного из многопустотных плит перекрытий и монолитных ригелей (в пределах толщины сборных плит), выполняемых в створе с колоннами. Шаг колонн сечением от 300×300 мм находится в диапазоне от 2,7 до 7,2 м. Колонны соединяются по высоте вне уровня перекрытия, при помощи контактно-винтового стыка.	1776734 от 19.12.89 (И) 2134751 от 29.07.97 (И) 2118430 от 05.06.96 (И) 2244789 от 31.07.03 (И) 2233368 от 17.10.02 (И) 2244787 от 31.07.03 (И) 2233952 от 31.07.03 (И)
«Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса» (КУБ-2,5)	Каркас состоит из сборных одноярусных или многоярусных колонн, имеющих просечки в уровне перекрытий, и безригельного сборно-монолитного перекрытия, образованного из сплошных одномодульных или двухмодульных плит (надколонных – опорных, межколонных и средних), соединенных петлевыми выпусками, дополнительными арматурными стержнями, с последующим обетонированием стыка. Шаг	1114749 от 04.05.82 (АС) 2247812 от 03.04.01 (И)

	колонн сечением от 200×400 мм находится в диапазоне от 3,0 до 12 м. Колонны соединяются сваркой в уровне перекрытия с последующим омоноличиванием.	
--	--	--

Окончание таблицы 1

1	2	3
«Универсальная домостроительная система» (УДС)	Каркас состоит из сборных многоярусных колонн, имеющих просечки в уровне перекрытий, и комплексных сборно-монолитных ригелей балочной конструкции, (сборная часть лоткового сечения, предварительно напряженная), которые поэтажно объединены сборно-монолитными дисками перекрытий (сборная часть – предварительно напряженные железобетонные плиты). Шаг колонн сечением 400×400 мм, при ригелях от 250×250 мм, находится в диапазоне от 1,5 до 7,2 м. Колонны соединяются по высоте вне уровня перекрытия, без сварки, при помощи «штепсельного стыка».	86903 от 02.04.09 (ПМ) 96143 от 31.03.10 (ПМ) 122676 от 07.06.12 (ПМ)
Сборно-монолитный каркас с несъемной железобетонной опалубкой стен и перекрытий с несущим арматурным каркасом «Филигран»	Каркас состоит из сборно-монолитных стен и перекрытий. Сборно-монолитная стена образована из двух тонкостенных (50...60 мм) сборных панелей, соединенных пространственным арматурным каркасом, между панелями выполняется монолитный сердечник. Сборно-монолитное перекрытие содержит основание из тонкостенной сборной панели и пространственного арматурного каркаса и верхней монолитной части. В узлах соединения перекрытия со стенами устраивается дополнительное армирование.	135671 от 02.07.13 (ПМ) 145678 от 12.12.13 (ПМ) 145947 от 05.12.13 (ПМ) 163122 от 01.12.15 (ПМ)

Примечания: И – патент на изобретение, ПМ патент на полезную модель; АС – авторское свидетельство.

Из табл. 1 заметна разница в объеме новационных решений, защищенных патентами, по каждой из анализируемых систем. Вместе с этим количество и статус полученных патентов на конструктивные или технологические решения по сборно-монолитной системе не позволяют в полной мере оценить ее инновационный потенциал. Необходима оценка других факторов, связанных с ресурсными возможностями.

Инновационный потенциал сборно-монолитной системы I предлагается оценивать по следующим относительным показателям: масштабности, технологичности, нормативному обеспечению и патентной защите. Величина каждого относительного показателя варьирует от $(1-0,1 \cdot n)$ до 1,0 (n – количество сравниваемых сборно-монолитных систем).

С учетом удельного веса каждого показателя величина I определяется по следующей формуле:

$$I = K_M \cdot P_M + K_T \cdot P_T + K_N \cdot P_N + K_3 \cdot P_3$$

где P_M – показатель масштабности (распространенности) строительной системы (для объективной оценки рекомендуется использовать данные по нескольким регионам России): для системы с наиболее массовым применением («РЕКОН») $P_M = 1,0$; для системы наименее массовой (УДС) $P_M = 0,6$; величину P_M по другим системам см. табл. 2;

P_T – показатель технологичности системы, зависит от следующих параметров: удельного расхода бетона (включая монолитного), удельной трудоемкости монтажа конструкций, наличия и сложности сварочных работ, объема и сложности арматурных работ в построечных условиях, необходимости в специальной технологической оснастке, а также наличия типовой технологической карты (регламента) на монтаж конструкций: для наиболее технологичной системы (КУБ-2,5) $P_T = 1,0$; для системы наименее технологичной (каркас с использованием несъемной железобетонной опалубки) $P_T = 0,6$; величину P_T по другим системам см. табл. 2;

P_N – показатель нормативного обеспечения системы, зависит от наличия: специально разработанных технических условий по элементам каркаса, серии по элементам каркаса и их типовым узлам, справочных данных (таблиц, номограмм и т.п.) по подбору конструктивных элементов, нормативных документов по расчету элементов каркаса и их узлов: $P_N = 1,0$ (для системы КУБ-2,5) и $P_N = 0,6$ (для системы УДС); величину P_N по другим системам см. табл. 2;

P_3 – показатель патентной защиты системы, зависит от наличия: патентов на изобретения по конструктивным решениям системы и способам ее монтажа, а также патентов на технологическую оснастку; при наличии опубликованных критических публикаций по системе (например, для системы «АРКОС» см. статьи [9, 10]) принят понижающий коэффициент 0,9: $P_3 = 0,9$ (для системы «АРКОС») и $P_3 = 0,6$ (для системы УДС); величину P_3 по другим системам см. табл. 2;

K_M, K_T, K_H, K_3 – соответственно, коэффициенты значимости показателей масштабности, технологичности, нормативного обеспечения и патентной защиты сборно-монолитной системы, определены по результатам экспертной оценки и представлены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры для определения инновационного потенциала сборно-монолитной системы

Наименование системы	P_M	P_T	P_H	P_3	K_M	K_T	K_H	K_3
«РЕКОН» («Чебоксарская серия»)	1,0	0,8	0,8	0,81	0,20	0,35	0,18	0,27
Универсальная открытая архитектурно-строительная система многоэтажных зданий АРКОС» (Серия Б1.020.1-7)	0,9	0,9	0,9	0,9				
«Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса» (КУБ-2,5)	0,8	1,0	1,0	0,8				
«Универсальная домостроительная система» (УДС)	0,6	0,6	0,6	0,6				
Сборно-монолитный каркас с несъемной железобетонной опалубкой стен и перекрытий с несущим арматурным каркасом «Филигран»	0,7	0,7	0,7	0,7				

Несмотря на относительно небольшой объем запатентованных конструктивных решений и отсутствия патентов по технологии¹, наибольшим инновационным потенциалом обладает сборно-монолитная система КУБ-2,5 ($I = 0,906$). Практически равным потенциалом обладает система «АРКОС» ($I = 0,9$), незначительно от нее отличается потенциал системы «РЕКОН» ($I = 0,84$). Система УДС и сборно-монолитный каркас с несъемной железобетонной опалубкой обладают относительно низким инновационным потенциалом, соответственно, $I = 0,6$ и $0,7$.

Литература

1. Колчеданцев, Л.М. Жилье экономического класса – сборное, монолитное или сборно-монолитное? / Л.М. Колчеданцев, Н.П. Рошупкин // Жилищное строительство. – 2011. – №6. – С. 24-25.
2. Семченков, А.С. Наукоемкие конструкции и конструктивные решения многоэтажных железобетонных зданий / А.С. Семченков. - М.: НИИЖБ, 2007. – 231 с.
3. Дьячкова, О.Н. Системная оценка параметров технологий возведения жилых многоэтажных зданий: дис. ... к-та техн. наук: 05.23.08 / Дьячкова Ольга Николаевна. – Санкт-Петербург, 2009. – 147 с.
4. Фомин, Н.И. Исследование технологии устройства сборно-монолитных стен в несъемной железобетонной опалубке / Н.И. Фомин // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – № 5. С. 131-136.
5. Селищев, К.С. Технология устройства монолитных стыков многоэтажных каркасных зданий при отрицательных температурах: дис. ... к-та техн. наук: 05.23.08 / Селищев Константин Сергеевич. – Москва, 2009. – 181 с.
6. Мордич, А.И. Эффективные конструктивные системы многоэтажных жилых домов и общественных зданий (12 ... 25) этажей для условий строительства в Москве и городах Московской области, наиболее полно удовлетворяющие современным маркетинговым требованиям. Отчет о научно-исследовательской работе / А.И. Мордич, В.Н. Белевич и др. – Минск: Институт БелНИИС, 2002. – 117 с.

¹ Рассматривались патенты только по системе КУБ-2,5. Следует отметить наличие патентов на способы монтажа и технологическую оснастку для систем, разработанных на основе КУБ-2,5, например, КУБ-3V или КБК.

7. Шембаков, В.А. Сборно-монолитное каркасное домостроение. Руководство к принятию решений / В.А. Шембаков. – Чебоксары, 2005. – 120 с.

8. Бессонов, А.К. Инновационный потенциал строительных предприятий: формирование и использование в процессе развития / А.К. Бессонов, Н.Г. Верстина, Ю.Н. Кулаков. – М.: Издательство АСВ, 2009. – 168 с.

9. Гуров, Е.П. Анализ и предложения по конструктивной надежности и безопасности сборно-монолитных перекрытий в каркасе серии Б.1.020.1-7 (в системе «АРКОС») / Е.П. Гуров // Бетон и железобетон. – 2012. – №2. – С. 6-11.

10. Чобитько, М.Л. Анализ и предложения по конструктивной надежности и безопасности сборно-монолитных перекрытий в каркасе серии Б1.020.1-7 // М.Л. Чобитько, Ю.Г. Ткаченко // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2014. - №1. – С. 389-394.

Ключевые слова: Инновационный потенциал, сборно-монолитная система, гражданское здание.

Keywords: Innovative potential, precast and cast-in-situ system, civic building.

Фомин Никита Игоревич, старший преподаватель кафедры строительного производства и экспертизы недвижимости ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 17. УрФУ, строительный институт, nnimoff@mail.ru

Зотеева Екатерина Эдуардовна, магистрант ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, katrin7777777@gmail.com

Fomin Nikita Igorevich, Senior Lecturer, Federal state independent educational institution of the higher education «Ural federal university named after the First President of Russia B.N. Yeltsin», Ekaterinburg nnimoff@mail.ru

Zoteeva Ekaterina Eduardovna, master Federal state independent educational institution of the higher education «Ural federal university named after the First President of Russia B.N. Yeltsin», Ekaterinburg katrin7777777@gmail.com

Для цитирования

Фомин Н.И. Оценка инновационного потенциала сборно-монолитных систем гражданских зданий / Н.И. Фомин, Е.Э. Зотеева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 436 – 444.

Citations

Fomin N.I. Estimate of innovative potential for precast and cast-in-situ civic buildings systems / N.I. Fomin, E.E. Zoteeva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 436 – 444.

ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ЗДАНИЙ

УДК 697.7, 621.31

ЭНЕРГОПИТАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

А.В. Алексеева, В.Е. Фединцев

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия

Г.Н. Алексеева

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация

Объектом исследования является альтернативный источник энергообеспечения индивидуального жилого дома – солнечные батареи. Для этого разрабатывается имитационная модель системы электроснабжения посредством программного комплекса Matlab/Simulink, определяется оптимальный вариант системы солнечных батарей.

THE POWER SUPPLY OF INDIVIDUAL RESIDENTIAL HOUSES WITH SOLAR PANELS

Abstract

The object of study is an alternative source of energy supply of individual houses – solar panels. There is developed the simulation model of the power system in the software package Matlab/Simulink, determined the best option solar panel system.

Растущие темпы жилищного строительства в 21 веке, а вместе с ним и его оснащение различным электронным оборудованием, создающие комфортную среду обитания, заставляют общество находить новые, рациональные способы энергообеспечения дома. Традиционные источники энергии, такие как уголь, нефть, газ постепенно истощаются, что со временем может привести к экологическим катастрофам. Учитывая данный фактор разумнее использовать альтернативные источники электроэнергии - солнечную энергию. По данным «Renewable Energy Network 21» средний годовой темп роста мощности фотоэлектрических солнечных электростанций в мире за период с 2007 г. по 2012 г. равен 60% [1]. В 2012 году мировая суммарная мощность солнечных фотоэлектрических систем составила более 100 ГВт. В России крупными производителями солнечных

панелей являются Зеленоград, Рязань, Краснодар, и в том числе город Новочебоксарск.

Система энергоснабжения солнечной установки для частного жилого дома должна регулировать необходимое количество электроэнергии в системе, обеспечивая автономную работу всего солнечного модуля. Для этого система должна соответствовать основным требованиям:

- выработка необходимого количества энергии для обеспечения питания нагрузки;
- правильная работа при различных погодных условиях;
- способность работать в различных положениях;
- наименьшая стоимость;
- наименьшая масса и площадь.

Наиболее популярные системы, применяемые в энергоснабжении представлены в таб. 1 [2].

Таблица 1

Системы энергоснабжения

№	Тип системы энергоснабжения	Плюсы	Минусы
1.	Система на основе механизма отслеживания и выборки максимальной мощности солнечных модулей	Высокий КПД	Сложная реализация
2.	Система прямой передачи электроэнергии с непосредственным отключением солнечной батареи	Возможность распределения лишней мощности прямо на солнечном модуле или на выносных батареях шунтирующих резисторов	Появление лишней мощности
3.	Система с контролем заряда аккумуляторной батареи, но без стабилизации напряжения на шине питания	Больше мощности поступает на нагрузку, т.к. она не расходуется на контуры зарядки и контроля	Большой диапазон напряжения
4.	Система с неполным контролем напряжения на шине питания	Стабильное напряжение на нагрузке	Невысокий КПД
5.	Система с полностью контролируемым напряжением на шине питания	Стабильное напряжение на нагрузке	Высокие потери при преобразовании напряжения

Источник: составлено авторами

Анализ различных типов энергосберегающих систем показывает, что система с контролем заряда аккумуляторной батареи, но без стабилизации напряжения на шине питания является оптимальным

вариантом для поставленных целей, т.к. данная система проста в реализации и имеет надежные показатели.

С целью экономии средств и времени и наглядности используется метод имитационного моделирования для исследования выбранной системы электроснабжения (рис. 1).

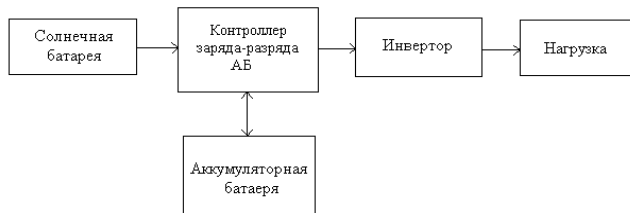


Рисунок 1. Структурная схема системы энергосбережения

Источник: составлено авторами

Основной целью работы является выбор и имитация составляющих компонентов системы таким образом, чтобы они в комплексе смогли обеспечить энергией индивидуальный жилой дом, где проживает небольшая семья, пользующаяся определенным набором электроприборов: инвертор, освещение, центробежный насос, отопление; среди электроприборов выделяются холодильник, телевизор, ноутбук, кухонные электроприборы, пылесос. Расчёты были выполнены для климатических условий Московской области. Проанализировав данные, получили следующие показатели: суточное потребление энергии равно $3,6 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$, максимальная постоянная мощность – $1,8 \text{ кВт}$, а самая высокая пусковая мощность у холодильника – до 2 кВт .

При использовании любой солнечной панели необходимо выбрать ее оптимальный угол наклона для максимальной выработки энергии. Это достигается тогда, когда плоскость солнечной панели будет перпендикулярна падению солнечных лучей. Но конструкции, которые позволяют солнечным батареям следить за солнцем, дорогие (приблизительно на 40% удорожает всю компоновку). Поэтому рациональным решением будет установка солнечной панели под таким углом, когда объем вырабатываемой энергии в данный сезон будет максимальным. Выделяют 3 сезона, для которых характерен свой угол наклона солнечной панели: зимний, летний и весенне-осенний.

Опытным путем было получено, что оптимальным углом в весенне-осенний период является угол, равный широте региона, в котором будет установлена солнечная конструкция (для Московской

области угол равен 55°). Для нахождения угла в другие периоды используются расчеты с применением солнечной аналеммы, согласно которым для Москвы зимний угол наклона солнечной батареи равен 36° , а летний - 75° .

Для выбора оптимального по стоимости набора компонентов системы электроснабжения, которые будут обеспечивать необходимой энергией данную нагрузку, сравниваются солнечные батареи разного типа: монокристаллические, поликристаллические и микроморфные панели. К каждому типу солнечной батареи было выбрано соответствующее оборудование. Для подбора аккумуляторных батарей было принято, что количество резервных (пасмурных) дней равно 2.

Выбор производился среди следующих солнечных батарей: Монокристаллическая панель ФСМ-200М мощностью 200 Вт производства Sunways, поликристаллическую панель ФСМ-150П мощностью 150 Вт производства Sunways и микроморфный модуль MCRN P7 L PRAMAC мощностью 125 Вт производства Хевел. Методом экспертной оценки было получено, что оптимальным вариантом для поставленных целей является система электроснабжения, сконструированная на основе микроморфной солнечной панели, общая площадь которой составляет 24 м^2 . Данная система включает в себя инвертор, зарядно-разрядный контроллер, 5 аккумуляторных батарей емкостью 150 А·ч каждая и 18 солнечных панелей.

Модель выбранной системы электроснабжения реализована в программе Matlab/Simulink. Полная имитационная модель системы электроснабжения на основе солнечных батарей представлена на рисунке 3.

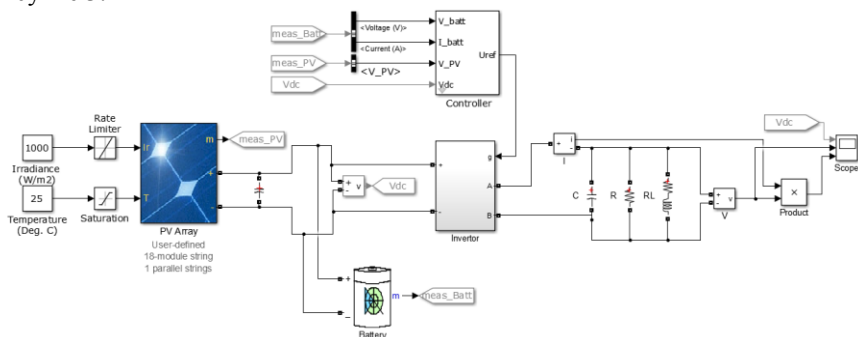


Рисунок 3. Имитационная модель системы электроснабжения
Источник: Matlab/Simulink

В зависимости от интенсивности солнечного излучения солнечная батарея будет производить разное количество энергии. С уменьшением солнечной инсоляции падает и вырабатываемая энергия, что показывает график, изображенный на рисунке 4.

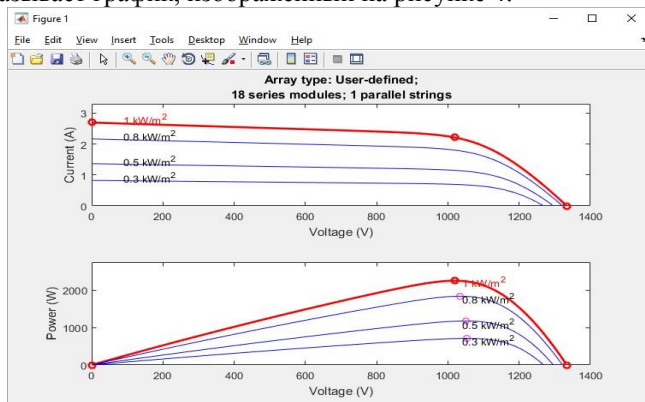


Рисунок 4. ВАХ и ВВХ солнечной батареи при разной инсоляции
Источник: Matlab/Simulink

Также на генерируемую солнечной батареей энергию влияет температура воздуха, где установлена эта солнечная панель. С ее увеличением уменьшаются показатели ВАХ и ВВХ солнечной батареи (рис. 5).

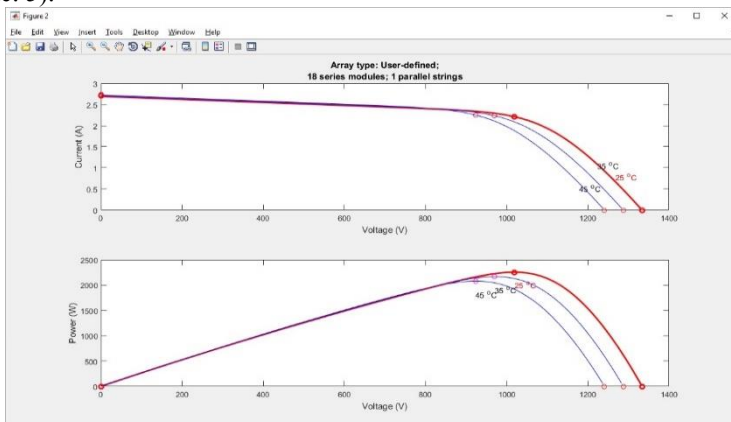


Рисунок 5. ВАХ и ВВХ солнечной батареи при разной окружающей температуре
Источник: Matlab/Simulink

В итоге, предложенная модель электроснабжения на основе микроморфного модуля MCPH P7 L PRAMAC производства Хевел позволяет преобразовывать постоянное напряжение солнечной батареи в переменное в зависимости от различных входных данных (интенсивности солнечного излучения и температуры окружающего воздуха) и получать требуемую мощность. Данная модель подразумевает изменение параметров компонентов системы для обеспечения необходимой энергией индивидуальный жилой дом.

Литература

1. Renewable Energy Network 21. – Режим доступа: <http://www.ren21.net>, свободный. (Дата обращения: 01.09.2016).
2. Гушин В. Н. Системы энергоснабжения: Учебник для вузов. — М.: Машиностроение, 2003. - 272 с.
3. Проектирование солнечной батареи – Режим доступа: http://slavapril.narod.ru/proektirovanie_solnechnoi_batarei.html, свободный. (Дата обращения: 05.08.2016).
4. Справочник по проектированию солнечных батарей - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 360 с., ил.

Ключевые слова: индивидуальное жилищное строительство, энергоснабжение, альтернативные источники энергии, система электроснабжения, солнечные батареи, Matlab, Simulink.

Keywords: individual housing, electricity, alternative energy sources, energy supply system, solar battery, Matlab, Simulink.

Алексеева Алина Валерьевна – магистрант кафедры электротехники и информационно-измерительных систем ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, 119991, г. Москва, Ленинский пр., д. 4, эл. почта: aleksalinav@gmail.com

Фединцев Валентин Ефимович – к.т.н., доцент кафедры электротехники и информационно-измерительных систем ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, 119991, г. Москва, Ленинский пр., д. 4.

Алексеева Галина Николаевна – старший преподаватель кафедры строительных технологий, геотехники и экономики строительства строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный

университет имени И.Н. Ульянова»; пр. Ленина, 6, г. Чебоксары; email: galina55509@mail.ru; тел. 62-55-31 (доб. 6114).

Alekseeva Alina Valerievna - master student of the department of Electrical engineering and information and measuring systems NUST MISIS, 4 Lenin avenue, Moscow, 119991, Russian Federation; aleksalinav@gmail.com

Fedintsev Valentin Yefimovich - Ph. D., associate professor of Electrical engineering and information and measuring systems NUST MISIS, 4 Lenin avenue, Moscow, 119991, Russian Federation.

Alekseeva Galina Nikolaevna – senior lecturer in construction technology, geotechnics and Economics of construction faculty Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU); 6 Lenin avenue, Cheboksary, Russian Federation; e-mail: galina55509@mail.ru; tel. 62- 55-31 (ext. 6114).

Для цитирования:

Алексеева А.В. Энергопитание индивидуального жилого дома с помощью солнечных батарей / А.В. Алексеева, В.Е. Фединцев, Г.Н. Алексеева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 446 – 452.

For citations:

Alekseeva A.V. The power supply of individual residential houses with solar panels / A.V. Alekseeva, V.Ye. Fedintsev, G.N. Alekseeva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 446 – 452.

УДК 697.142

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЗДАНИЯ. ТЕПЛОМОДЕРНИЗАЦИЯ ФАСАДОВ ЗДАНИЯ

А.М. Беков, В.Э. Абсисметов

Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева,
г.Астана, Казахстан

Аннотация

В статье приведены мероприятия по энергоэффективности зданий - уменьшение теплопотерь через ограждающие конструкции и оконные проемы, и введения регуляторов потребления тепловой энергии. Основные данные для анализа.

ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS. THE HEAT MODERNIZATION FACADES OF BUILDINGS

Abstract

The article presents energy efficiency measures for buildings - reducing heat loss through the building envelope and windows, and the introduction of controls of thermal energy consumption. Basic data for analysis.

Серьезное внимание энергоэффективному строительству в мире стали уделять не так давно, в период 80-90х годов XX века. Первопроходцами в этой сфере стали Германия, Франция, Австрия, Швейцария и Швеция. Именно в этих странах осознали, что значительные затраты энергии вызваны недостаточной наружной изоляцией, малой эффективностью систем обогрева, больших теплопотерь через магистральные и подводящие трубопроводы и так далее. Эти же проблемы актуальны в наше время для ряда стран СНГ, когда реальностью стали высокие цены на энергию, а также потребности граждан жить и работать в комфортных условиях, которые, к сожалению, могут обеспечить только современные здания. Следует отметить, что принятые в наших странах строительные нормы тепловой защиты зданий не хуже европейских норм с подобным климатом, но их соблюдение в цепочке «проектирование-строительство-эксплуатация» далеко от идеальной.

Но, несмотря на принятие стратегических и нормативно-технических документов, регламентирующих повышение энергоэффективности, приоритетность энергоэффективности в технологической цепочке «проектирование-строительство-

эксплуатация» зданий все еще остается невысокой. Основные причины нерационального расходования тепловой энергии в зданиях описаны ниже:

- Несовершенство нерегулируемых систем естественной вентиляции
- Недостаточное теплоизоляционное качество наружных стен, покрытий, потолков подвалов и светопрозрачных ограждений.
- Низкое качество и неплотности сопряжения оконных переплетов и балконных дверей.
- Недостатки архитектурно-планировочных и инженерных решений отапливаемых лестничных клеток и лестнично-лифтовых блоков.
- Отсутствие приборов учета, контроля и регулирования на системах отопления и ГВС.
- Недостаточное использование нетрадиционных и вторичных источников энергии.
- По экспертным оценкам (www.abok.ru), удельные потери тепла в зданиях распределяются следующим образом:
- до 40% — за счет организованной и неорганизованной инфильтрации нагретого воздуха;
- до 30% — за счет недостаточного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций;
- до 30% — за счет нерационального расходование горячей воды и нерегулируемого режима эксплуатации систем отопления.[4]

Но как достичь строительства энергоэффективности здания? Или повысить класс энергоэффективности? Здание должно представлять собой единую энергетическую систему, все элементы которой должны быть взаимосвязаны. Повышение уровня энергоэффективности здания применяется с помощью качественной изоляции, современных оконных рам и дверей, не допускающие утечки тепла, применением приборов регулирования теплопотребления и температуры воздуха в помещениях.

Подробно энергосберегающие мероприятия описаны ниже.

1. Одним из путей энергоэффективности ограждающих конструкций жилых и гражданских зданий является применение эффективных утеплителей в конструкциях наружных стен, покрытиях, перекрытиях и перегородках. Существующие варианты утепления зданий отличаются как конструктивными решениями, так и используемыми в конструкциях материалами. Рациональным и

эффективным способом повышения теплозащиты эксплуатируемых зданий является дополнительное наружное утепление ограждающих конструкций. Доказано, увеличивая толщину утеплителя на 5 см, можно повысить класс энергоэффективности до класса «В» «высокий» и снизить затраты на отопление до 20%, при этом себестоимость строительства увеличивается на 4.2%.

В отечественной практике для утепления ограждающих строительных конструкций наибольшее применение нашли:

- теплоизоляционные плиты из минеральной ваты;
- конструкции ограждений с экструдированным пенополиэтиленом в качестве утеплителя;
- теплоизоляционные плиты, изготовленные из базальтовых горных пород;
- плиты (блоки) из пеностекла и др.

Эффективность от внедрения энергоэффективных утеплителей — снижение теплопотерь здания до 40%, снижение платы за тепловую энергию, улучшение внутреннего комфорта в помещениях, увеличение срока эксплуатации жилищного фонда и пр.[1]

2. Установка энергосберегающих оконных конструкций. Теплопотери через оконные проемы достигают до 40% от общих потерь тепла через ограждающие конструкции здания, поэтому в первую очередь необходимо повышать теплозащитные качества окон.

Внедрение в практику обычных окон из ПВХ повлекло за собой и ряд ошибок. Одна из ошибок связана с малой шириной рам и створок (до 60мм) оконных блоков, где на внутренних поверхностях окон и откосов возникают зоны с пониженными температурами. Приводящие к выпадению конденсата или в ряде случаев их промерзанию. Так как же правильно выбрать энергоэффективные ПВХ окна?

Профили для пластиковых окон внутри полые и состоят из нескольких воздушных камер. Чем больше таких камер, тем лучше. От этого зависит теплотехнические свойства окна. Разберемся чем отличаются 3-х и 5-ти камерные профили. 3-х камерный профиль разделен на три воздушные камеры, соответственно 5-ти камерный на пять. Но дело не только в количествах камер. 3-х камерный пластиковый профиль имеет толщину 58-60 мм. 5-ти камерный выпускается, как правило, толщиной 70мм. Количество контуров уплотнения также влияет на теплозащиту. Створка окна с толщиной 70 мм плотнее примыкает к раме, создавая тем самым «воздушные камеры», препятствующие прохождению холода, тепла и лишнего наружного шума.

Применение стекла с теплосберегающим серебряным покрытием и аргоном (инертный газ) в камере стеклопакета также заметно сокращает теплопотери, позволяя экономить на обогреве помещений. Внешне стекло с теплосберегающим покрытием ничем не отличается от обычного прозрачного стекла. Стекло со стороны квартиры в стеклопакете с аргоном более теплое, чем с воздухом. Но инертный газ удерживается не во всех стеклопакетах. В стеклопакете с обычной рамой, собранной на пластмассовых уголках, это сделать труднее. Гораздо эффективнее применять для сдерживания инертного газа гибкую раму.

Установка энергоэффективных оконных конструкций ($R=1.0 \text{ м}^2\cdot\text{С}/\text{Вт}$) в новом строительстве обойдется на 15% дороже, чем обычное остекление, но способствует локализации потерь тепла на 23%. [3]

3. Установка регуляторов потребления тепловой энергии.

Что дает автоматическое регулирование теплопотребления? Экономия потребления достигается за счет автоматического регулирования температуры теплоносителя в подающем трубопроводе отопления в зависимости от температуры наружного воздуха.

Для того чтобы в зимний период во всей квартире был благоприятный микроклимат, можно произвести регулирование теплопотребления на уровне каждого помещения. Это достигается путем установкой термостатических клапанов на отопительные приборы. Часто можно видеть картину, когда в холодный период года окна некоторых домов открыты. Это происходит потому, что отдельные помещения даже в одной и той же квартире перегреваются, например, кухня, где собственник готовит пищу на электро- или газовой плите. Дополнительные тепlopоступления перегревают воздух, жители начинают проветривать помещения, тем самым выпуская тепло.

4. Проведение модернизации и регулировки систем вентиляции в квартирах и офисных помещениях

Устройство эффективной регулируемой вентиляции — с естественным притоком через специальные приточные устройства - клапаны и механической вытяжкой или механической приточно-вытяжной, позволяет значительно нормализовать воздушно-тепловой режим в помещениях.

Для обеспечения поступления свежего воздуха в помещения разработаны и применяются некоторые технические устройства —

теплая форточка (децентрализованный рекуператор тепла вентиляционного воздуха). В частности, на евроокна ставят так называемые «гребенки», которые позволяют фиксировать раму окна в 3-4 промежуточных положениях, а не только в положениях «закрыто» или «открыто». В последнее время появились регулируемые по влажности щелевые устройства, которые можно встроить в раму окна или в стену над (под) рамой, производители окон разработали конструкцию рамы, предусматривающую наличие сознательно организованных неплотностей — в раме есть небольшие каналы, через которые наружный воздух может поступать в помещение. Но эти устройства, лишь частично решая обозначенную задачу, (так как далеко не всегда через них осуществляется оптимальный по скорости воздухообмен), одновременно лишают современные окна их основного достоинства, ради которого они создавались — энергосбережения, достигаемого за счет высокой плотности притворов и, кроме того, создают тепловой дискомфорт, так как через них в помещение поступает наружный воздух с той температурой, которую он имеет на улице. Использование в локальных приточно-вытяжных системах встроенного рекуператора позволяет в зимнее время подавать в помещение уличный воздух, подогретый за счет тепла выбрасываемого на улицу воздуха. То есть эффект от внедрения заключается в том, что осуществляется воздухообмен без влияния на температурный режим помещения; снижение потребления тепловой энергии, высвобождение дополнительной тепловой мощности, улучшение качества теплоснабжения.[4]

Заключение:

Учитывая все вышеизложенное - тепломодернизация фасадов и строительство энергоэффективных зданий позволяет надежно сохранять тепло в помещении, обеспечить комфорт его владельцам, сэкономить им бюджет на оплате коммунальных расходов, а также экономить потребляемые в стране энергоресурсы. Таким образом, энергоэффективная модернизация чрезвычайно важна, оно влияет на экономику страны в целом, это задача нашего дня.

Литература

1. Белый, А.А. Почему выгодно строительство энергоэффективных зданий? / Шопеева А., М.Досжанова // доклады V международной конференции: матер. конф. – Астана, 2015. – С.4-8.
2. Табунщиков, Ю.А. Энергэффективные здания. / М.М.Бродач, Н. В.Шилкин // М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. С.6.

3. Белый, А.А. Энергосбережение и энергоэффективность / А.Шопаева Д.Мирошнеченко // доклады V международной конференции: матер. конф. – Астана, 2015.

Ключевые слова: тепломодернизация, утеплители фасадов, вентиляция с рекуперацией, регулятор тепловой энергии, теплопотери, энергоэффективность, теплоизоляция.

Keywords: heat modernization, insulation of facades, ventilation with heat recovery, heat control, heat loss, energy efficiency, thermal insulation.

Беков А.М., магистр 2-го года обучения, ЕНУ.

Email: bekov_ali@mail.ru

Абсиметов В. Э., д.т.н., академик НИА Республики Казахстан.

Email: absimetov47@mail.ru

Bekov A.M., master 2nd year of training, ENU.

Email: bekov_ali@mail.ru

Absimetov V. E., Ph.D., academician of Scientific Institute of Architecture of Republic of Kazakhstan.

Email: absimetov47@mail.ru

Для цитирования:

Беков А.М. Энергоэффективные здания. тепломодернизация фасадов здания / А.М. Беков, В.Э. Абсиметов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 453 – 458.

For citations:

Bekov A.M. Energy-efficient buildings. the heat modernization facades of buildings / A.M. Bekov, V.E. Absimetov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 453 – 458.

УДК 621.311.22

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАТАРЕЙНОГО ЦИКЛОНА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Г.И. Беляева, М.Г. Зиганшин

ООО «Газпром трансгаз Казань», Казанский Государственный
Архитектурно - Строительный Университет, г.Казань, Россия

Аннотация

При подготовке газа к магистральному транспорту на промысловых компрессорных станциях, и перед подачей в городские газопроводы производят его очистку от механических примесей и осушку от газового конденсата и влаги. Увеличение общих объемов выбросов создает существующую проблему обеспечения экологической безопасности современного производства. Решение проблемы защиты окружающей среды во многом зависит от степени внедрения малоотходных и безотходных, замкнутых по стокам технологий. В данной работе рассматривается возможность создания энергоэффективного батарейного циклона, совмещающего в себе две ступени очистки газа на существующих компрессорных станциях. Результаты данного исследования направлены на увеличение эффективности и качественное улучшение характеристик газоочистного оборудования.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF USING MULTICYCLONE FOR PURIFICATION OF NATURAL GAS

Abstract

In the preparation of the gas to the main transport at the field compressor stations, and before it enters city gas pipelines produce its purification from mechanical impurities and drying gas from the condensate and moisture. The increase in total emissions creates the current problem of environmental safety modern proizvodstvu. The solution to the problem of environmental protection is largely dependent on the degree of implementation of low-waste and wasteless, closed on wastewater technologies. In this work the possibility of creation of energy-efficient battery cyclone, combines two stages of treatment gas to existing compressor stations. The results of this study are aimed at increasing the efficiency and qualitative improvement of the characteristics of gas-cleaning equipment.

Одними из наиболее распространенных устройств пылеочистой техники считаются батарейные циклоны. Их широкое распространение

обусловлено простотой устройства, надежностью в эксплуатации, и небольшими капитальными и эксплуатационными затратах. Однако мультициклоны эффективно осаждают взвешенные частицы только среднего (от 10 мкм) и крупного размера, ввиду чего используются для первичной обработки выбросов. Для окончательной обработки за ними необходимо устанавливать фильтрующие аппараты тонкой очистки – электрические или пористые фильтры. В данной работе рассматривается возможность создания энергоэффективного устройства, совмещающего в себе обе ступени очистки [1].

Результаты натурных испытаний опытного образца показали [2], что оснащение циклонного устройства фильтровальными элементами по предложенной схеме, не нарушает характера движения дисперсного потока. Поэтому можно позволить оценить эффективность пылеулавливания и выявить влияющие на нее факторы на математической модели движения аэрозольной частицы в закрученном потоке. При условии создания модели методами вычислительной гидродинамики (CFD, Computational Fluid Dynamics) упрощается осуществление дальнейшей оптимизации очистного устройства. Очевидно, что результаты численных исследований должны верифицироваться на натурных моделях по отработанной в [2] методике стендовых испытаний.

Анализ используемых в последнее время методов моделирования вращающихся двухфазных потоков в циклонах показывает, что для прикладных задач по-прежнему остаются незаменимыми модели RANS (RANS, Reynolds-Averaged Navier-Stokes equation), основанные на рейнольдсовом осреднении параметров турбулентности и уравнениях Навье-Стокса. Задача замыкания уравнений разрешается на базе простых статистических моделей турбулентности, как правило, двухпараметрических (например, $k-\epsilon$). При этом их основное достоинство заключается в доступности вычислительного ресурса для близких к реальным задач. Вместе с тем имеется ряд проблем, ведущих к ухудшению корректности и снижающих ценность получаемых результатов. В частности, эти модели недостаточно приспособлены к расчетам переноса энергии с вихрями по криволинейной траектории. Считается, что метод моделирования крупных вихрей (LES, large-eddy simulation) будет сопровождаться меньшими ошибками, поскольку непосредственно рассматриваются крупномасштабные структуры турбулентности, которые, как известно, сопоставимы по порядку с размером ограничивающей поверхности. Для конструкции циклона и вращающегося в нем двухфазного потока этот размер служит одним из основных геометрических параметров,

влияющих на сепарацию взвеси. В этом отношении использование LES для циклона предпочтительней, чем модели RANS с базовыми уравнениями Навье-Стокса, описывающими линейное движение среды. С другой стороны, для подробного разрешения вихрей широкого спектра частот необходимы значительные затраты машинного ресурса, ввиду чего методы LES при практическом применении требуют существенного упрощения исходного реального процесса. Это привело к развитию гибридных подходов, таких как моделирование отдельного вихря (DES, detached-eddy simulation), которое использует стандартное пристенное моделирование RANS в сочетании с LES для всех отдельных вихрей, и с ограничением линейного масштаба в соответствии с локальным интервалом расчетной сетки. Согласно с приведенным в сопоставлении скоростей потока в возвратно-поточном циклоне, рассчитанных по методам DES и RANS, с экспериментальными данными, осевые компоненты скорости по DES практически совпадают с экспериментальными, а тангенциальные компоненты отличаются на постоянную величину. При этом результаты расчетов по RANS качественно отличаются от экспериментальных.

Необходимо также учесть, что характерный радиус кривизны потока в циклоне – один из основных, но не единственный параметр, лимитирующий эффективность осаждения. Его влияние на сепарацию взвеси из вращающегося потока происходит опосредованно, через инерционные свойства сепарирующихся частиц. Поэтому в расчетах необходимо вместе с характерным радиусом принимать во внимание диаметр и плотность частиц, входную скорость, плотность и динамический коэффициент вязкости потока, т.е. все параметры, входящие в безразмерный комплекс Re_r . В связи с этим представляется целесообразным использование гибридных моделей RANS с фильтрацией уравнений Навье-Стокса на базе комплекса Re_r , что позволяет выполнять расчеты с приемлемым вычислительным ресурсом.

Построена численная 3d- модель циклона ЦН-15 $\varnothing$ 500 мм. Принята модель осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса при исходном ламинарном течении. Использование осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса требует намного меньших вычислительных ресурсов по сравнению с другими моделями. В рамках RANS моделируется вклад в среднее движение всех масштабов турбулентности. Для определения скорости и давления потока по сечениям циклона проведены расчеты при входной скорости потока от 3,5 до 20 м/с. Снижение скорости происходит около стенок

циклона. Максимум значения скорости наблюдается на выходном сечении.

После тангенциального входа поток газа приобретает в корпусе циклона осесимметричное винтовое движение вниз. После кольцевой зоны вертикальная составляющая скорости потока вблизи стенки корпуса при перемещении вниз начинают уменьшаться из-за роста давления в сужающейся конической части циклона. Наблюдается снижение давления в выходном сечении по сравнению с входным в среднем на 10-12 Па.

Известен батарейный циклон, включающий установленные параллельно противоточные циклонные элементы с общим пылевым бункером. Недостатком этого устройства является наличие перетоков газа между циклонными элементами и высокая турбулентность в пылевом бункере, препятствующая формированию слоя из частиц, что ведет к понижению эффективности работы батарейного циклона.

В численном эксперименте для определения эффективности очистки пыли в мультициклоне построен батарейный циклон, состоящий из 11 возвратно-поточных циклонных элементов диаметром 500 мм, расставленных в шахматном порядке. Одиночные циклоны в первом ряду имеют самые длинные выходные трубы, но имеют короткий отрезок к входному отверстию мультициклона. Циклоны последнего ряда имеют короткие выходные трубы, но большее расстояние до входного отверстия мультициклона. В результате такой компоновки уменьшается размер входного отверстия мультициклона, уравнивается падение давления по элементам и уменьшаются перебросы пыли, что приводит к более ровной работе всего мультициклона.

Дальнейшим направлением исследований является более точный учет турбулентности при движении газового потока, усовершенствование конструкции испытываемой модели циклона, с целью уменьшения гидравлического сопротивления и определения наиболее эффективной компоновки циклонных элементов в батарейном циклоне.

Литература

1. М.Г. Зиганшин, А.М. Зиганшин, Г.И. Гилязтдинова, А.Т. Гильмутдинова. Испытание и моделирование циклонного фильтра. Труды Международной научно-практической конференции «Инженерные системы 2010». РУДН, Москва, 2010. с. 263-266.

2. Г.И. Беляева, А.Т. Замалиева. Численные исследования возвратно-поточного элемента мультициклона для очистки газа на

газораспределительных станциях. Научно-практическое издание «Основные направления повышения энергоэффективности и экологической безопасности газотранспортных систем (Научно-практический семинар)». Сборник трудов научно-практического семинара в рамках XXVI Международной Чугаевской конференции по координационной химии 9 октября 2014 года. С.: Саратовский государственный технический университет им.Гагарина Ю.А., 2014г. стр.156-160.

Ключевые слова: энергоэффективность, батарейный циклон, циклонный элемент, турбулентность, численный эксперимент, эффективность очистки пыли.

Keywords: energy efficiency, multicyclone, cyclone element, turbulence, numerical experiment, the efficiency of dust cleaning.

Беляева Гульназ Ильхамовна, ведущий инженер ООО «Газпром трансгаз Казань», e-mail: gulnazka16@mail.ru.

Зиганшин Малик Гарифович, доктор технических наук, доцент, КГАСУ, e-mail: mjihan@rambler.ru.

Belyaeva Gulnaz Ilkhamovna, lead engineer ООО «Gazprom transgaz Kazan», e-mail: gulnazka16@mail.ru.

Ziganshin Malik Garifovich, doctor of technical sciences, associate Professor KSUAE, e-mail: mjihan@rambler.ru.

Для цитирования:

Беляева Г.И. Повышение энергоэффективности применения батарейного циклона для очистки природного газа / Г.И. Беляева, М.Г. Зиганшин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 459 – 463.

For citations:

Belyaeva G.I. Improving the efficiency of using multicyclone for purification of natural gas / G.I. Belyaeva, M.G. Ziganshin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 459 – 463.

УДК 697.922 : 532.559.5

ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛОСКОГО ОТВОДА ДЛЯ ШИРОКОГО ДИАПАЗОНА ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРОВ

Е. Э. Беляева, А. М. Зиганшин

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Россия.

Аннотация:

Работа посвящена численному исследованию течения воздуха в двухмерном канале с фасонным элементом в виде острого отвода под углом 90° при различных соотношениях размеров канала. Производится выбор модели турбулентности. Показано хорошее совпадение коэффициентов местных сопротивлений с известными данными.

COMPUTATIONAL DETERMINATION OF FLAT ELBOW RESISTANCE FOR A WIDE RANGE OF IT SIZES

Abstract:

The work is devoted to the numerical research of two-dimensional air flow in a channel with the element in the form of a 90° sharp elbow with different ratios of the channel dimensions. The turbulence and near-wall models were selected. Good agreement with the well-known local resistance coefficients is shown.

При проектировании любых инженерных сетей важным вопросом является правильный расчёт потерь давления, вызванных трением жидкости или газа о стенки трубопроводов, и воздухопроводов, и потерями в местных сопротивлениях. Местные потери давления возникают при изменении скорости потока, которое связано с наличием в системе возмущающих элементов (ВЭ) – тройников, отводов, крестовин и т.д. Причем для систем воздухопроводов именно в ВЭ наблюдается наибольшее падение давления, снижение которого является одной из основных задач с точки зрения энергосбережения и энергоэффективности.

Несмотря на большое количество экспериментальных исследований, данные для расчёта потерь давления, а именно коэффициенты местных сопротивлений (КМС), имеются лишь для унифицированных элементов систем. В то время как на практике зачастую встречаются самые различные варианты ВЭ. В последнее

время для исследования гидро- и аэродинамических явлений все чаще применяется численный эксперимент (ВГД, CFD – Computational Fluid Dynamics). Компьютерное моделирование позволяет без существенных материальных затрат расширить диапазон исследований, сохраняя все преимущества натурного эксперимента.

В работе при помощи комплекса вычислительной гидродинамики Ansys Fluent проводится численное решение задач о течении воздуха в двухмерном канале с фасонным элементом в форме «острый отвод» под углом 90° (рис.1) для различных соотношений b_1/b_0 и полученные результаты сравниваются с данными справочника [1]. Входная граница **AB** моделируется при помощи граничного условия (ГУ) “velocity inlet” – задающее равномерный профиль скорости $v=10\text{м/с}$; на выходной границе **ED** – избыточное давление равно нулю, остальные границы – твердая стенка.

При численном решении важным вопросом является настройка компьютерной модели, т.е. подбор таких моделей, которые бы давали наиболее адекватные результаты. При исследовании течения в канале основными являются – модели турбулентности и моделирование пограничных слоев у твердых границ. Вычислительный комплекс Fluent имеет в своем распоряжении много моделей турбулентности из которых наиболее универсальной считается – «стандартная» k - ϵ модель, а модель Рейнольдсовых напряжений (Reynolds Stress Model (RSM) – наиболее подробной. Кроме этого имеются различные способы моделирования пограничного слоя: «стандартные» – Standard Wall Functions (SWF), «неравновесные» – Non-equilibrium Wall Functions (NWF) пристеночные функции и «расширенное пристеночное моделирование» (Enhanced Wall Treatment – EWT).

На начальном этапе численного исследования проводится устранение «сеточной зависимости» – зависимости решения от размеров ячеек расчетной сетки. Это производится методом последовательного измельчения ячеек и контролем для каждого решения безразмерного расстояния y^* (для SWF) или y^+ (для EWT) [2], а также получающегося в результате обработки результатов численного решения – коэффициента местного сопротивления отвода. В решении задачи с отводом ($b_1/b_0=2$) для «стандартной» k - ϵ модели со «стандартными» пристеночными функциями было проведено четырехкратное измельчение по всей области, а затем для лучшего разрешения пограничного слоя выполнено семикратное измельчение области течения вдоль твердых границ. В остальных случаях проводилось только измельчение вблизи стенок. На рис.2 приведены графики зависимости КМС от безразмерного расстояния y^* и y^+ .

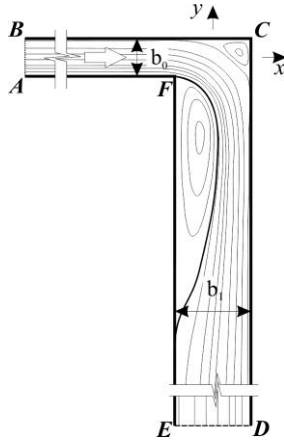


Рис. 1 Геометрия расчетной области (для случая $b_1/b_0=2$) и характерные линии тока

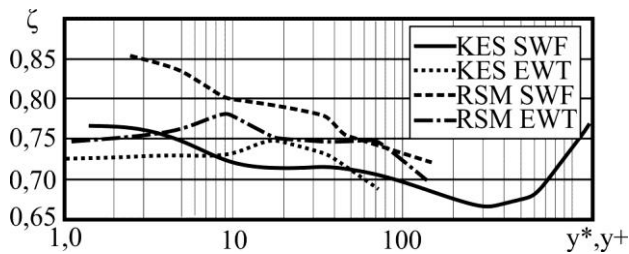


Рис. 2 Зависимость КМС от степени измельчения сетки (y^* , y^+), моделей турбулентности и пристеночных функций

Здесь видно, что как «стандартная» k - ϵ модель турбулентности (SKE EWT), так и модель рейнольдсовых напряжений при расширенном пристеночном моделировании (RSM EWT) показывают сходный характер изменения КМС при измельчении сетки – монотонное приближение к определенному значению при числах $y^+ \sim 1$, что соответствует рекомендациям [2]. При использовании модели KES SWF («стандартная» k - ϵ модель турбулентности и стандартных пристеночных функций) КМС стремится к тому же значению, но при большем значении безразмерного параметра ($y^+ \sim 40$), что также соответствует [2]. Исключение составляет сочетание RSM SWF. В данном случае можно сделать вывод об идентичности результатов получаемых при остальных вариантах сочетания моделей, но поскольку сочетание KES SWF наименее затратная с точки зрения

вычислительной стоимости, в качестве окончательной для дальнейших исследований принята компьютерная модель с использованием «стандартной» k - ϵ модели и «стандартных» пристеночных функций.

С использованием выбранного сочетания моделей далее была решена задача о течении в канале с отводом, у которого соотношение размеров канала $b_1/b_0=0,6$. На рис. 3 показано распределение полного давления P_n по длине канала.

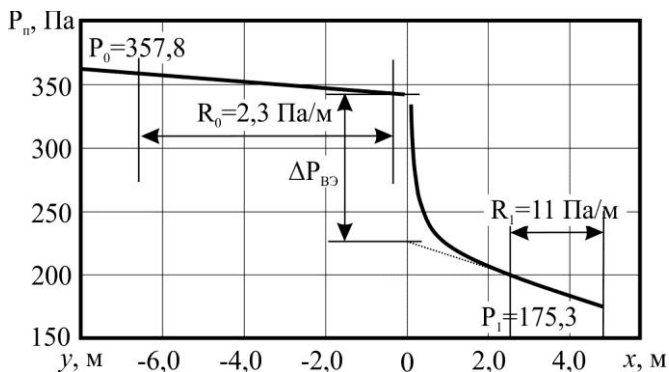


Рис. 3 Распределение P_n по сечениям канала с отводом

Здесь видно, что до поворота ($-6,5 < x < -0,3$) и после него ($2,6 < x < 4,8$) есть участки, на которых давление изменяется линейно (потери давления только за счет трения), а между ними находится зона влияния ВЭ. Коэффициент местного сопротивления определяется по всей зоне влияния, причем считается, что потери давления на трение в зоне влияния равны потерям на трение вне ее (1):

$$\zeta = \frac{P_0 - P_1 - R_0 \cdot l_0 - R_1 \cdot l_1}{\rho v^2 / 2} = \frac{357,8 - 175,3 - 2,3 \cdot 6,5 - 11 \cdot 4,8}{1,225 \cdot 10^2 / 2} = 1,868 \quad (1)$$

Здесь R_0 и R_1 - удельные потери давления на трение в канале до и после отвода, которые определяются по численному решению.

Для такого отвода в [1] приводится значение коэффициента местного сопротивления $\zeta=1,5$. Разница между полученными значениями 20,4 %, что говорит об удовлетворительном соответствии численной модели известным и достоверным экспериментам.

Далее на рис.4 показана зависимость КМС от соотношения b_1/b_0 , где значения $b_1/b_0 = 0,6; 2$ получены в данном исследовании, а $b_1/b_0 = 3$ по результатам более раннего исследования [3].

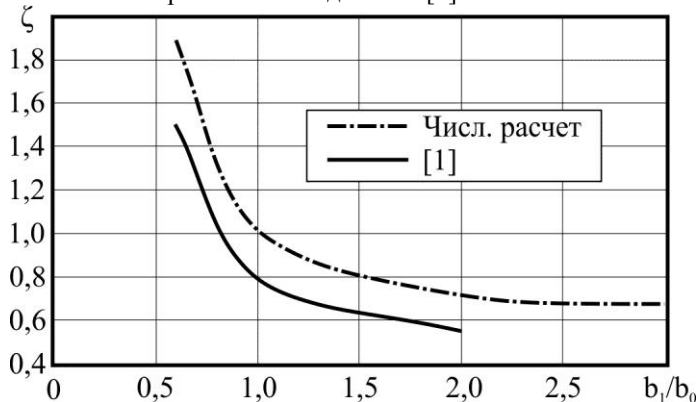


Рис. 4 Зависимость КМС от соотношения b_1/b_0

Здесь видно, что данная численная схема хорошо описывает рассматриваемое явление – течение в канале с «острым отводом» и помогает расширить область исследования ВЭ других конфигураций. В дальнейшем планируется увеличить диапазон b_1/b_0 , а также проводить исследования направленные на уменьшение потерь давления в ВЭ, путем совершенствования их формы.

Литература

1. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. - 672 с.
2. ANSYS FLUENT 6.3 Documentation / 12.11.1 Near-Wall Mesh Guidelines. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sharcnet.ca/Software/Fluent6/html/ug/node518.htm#sec-guidelines-wf> (дата обращения: 24.02.2016).
3. Зиганшин А. М., Самиева А. Ж., Минязова Р. И. Компьютерное моделирование течения в каналах с острым отводом // Материалы II международной научно-практической конференции «Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований» 10-11 октября 2013 года. Москва: CreateSpace, 2013. С. 109-111.

Ключевые слова: возмущающий элемент, острый отвод, Fluent, коэффициент местного сопротивления, потери давления

Keywords: disturbing element, sharp elbow, Fluent, local resistance coefficient, pressure loss.

Зиганшин Арслан Маликович, к.т.н., доцент кафедры Теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ), amziganshin@kgasu.ru.

Беляева Евгения Эдуардовна, магистрант Института строительных технологий и инженерно-экологических систем (ИСТИЭС) Казанского государственного архитектурно-строительного университета (КГАСУ), bel.ewgenija@yandex.ru.

Ziganshin Arslan Malikovich, candidate of technical sciences, assistant professor of Thermal power, gas supply and ventilation department, Kazan State University of Architecture and Engineering, amziganshin@kgasu.ru.

Belyaeva Evgeniya Eduardovna, master student of Building technologies and engineering-ecological systems institute, Kazan State University of Architecture and Engineering, bel.ewgenija@yandex.ru.

Для цитирования:

Беляева Е.Е. Численное определение сопротивления плоского отвода для широкого диапазона изменения размеров / Е.Е. Беляева, М.Г. Зиганшин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 464 – 469.

For citations:

Belyaeva E.E. Computational determination of flat elbow resistance for a wide range of it sizes/ E.E. Belyaeva, M.G. Ziganshin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 464 – 469.

УДК 628.512.621.928

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ЦИКЛОННОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ САНИТАРНОЙ ОЧИСТКИ
ЗАПЫЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

А.Т.Замалиева, ООО «Газпром трансгаз Казань», Казань, Россия

М.Г. Зиганшин, Казанский государственный архитектурно-
строительный университет, Казань, Россия

Аннотация

В результате проведенных исследований на опытном образце циклонного фильтра выявлена зависимость степени осаждения частиц от ряда физических параметров. С использованием уравнений движения Навье–Стокса для потока и первого закона Ньютона для частиц получены расчетные выражения для оценки эффективности осаждения частиц в вихревых потоках. Проведены расчеты зависимости специфических чисел Рейнольдса Re_r , соответствующих сепарации частиц из потока, вращающегося в кольцевом сечении модели циклона, при скорости потока на входе $u_0 = (1...7)$ м/с и радиусах кривизны 0,065; 0,085 и 0,1 м.

FINDING PARAMETERS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF
THE CYCLONE FILTER FOR REFUSE DISPOSAL DUST EMISSIONS

Abstract

The studies on the prototype of the cyclone filter revealed the dependence degree of settling of the particles on a number of physical parameters. Expressions are obtained for evaluating the effectiveness of the deposition of particles in the vortex flows on the basis of the equations of movement the Navier-Stokes flow and Newton's first law for the particles. Calculations are made dependence Re_r specific Reynolds numbers corresponding to the separation of particles from a flow, rotating in the annular section of the cyclone model at a flow rate at the inlet $u_0 = (1 ... 7)$ m/s and the radii of curvature of 0,065; 0.085 and 0.1 m.

Степень очистки аэрозолей в циклонных сепараторах устанавливают обычно опытным путем. Основными факторами, определяющими степень осаждения взвеси из вращающегося потока аэрозоля, являются его скорость, радиус кривизны и влияющие на вязкость физические параметры потока, а также скорость и инерционные свойства частиц, которые в криволинейном движении

характеризуются моментом инерции. Поэтому эффективность осаждения взвешенной части может быть оценена по конструктивным параметрам аппарата и физическим характеристикам потока аэрозоля.

В представленной работе принимается, что силы гравитации не сказываются на эффективности осаждения взвеси, а ее концентрация – на плотности потока. Обобщенный параметр a_c , Па·с, энергетического совершенства конструкции циклонного сепаратора возвратно-поточного типа:

$$a_c = \frac{f_R}{u_0} = \frac{\rho_G u_0}{4} (R_2^{0,5} + R_1^{0,5})^2, \quad (1)$$

где u_0 , $f_R = 0.25 \rho_G u_0^2 (R_2^{0,5} + R_1^{0,5})^2$ – начальная скорость, м/с, и градиент силы, Па·м [1], во входном сечении; ρ_G – плотность потока, кг/м³; R_1 , R_2 – радиусы корпуса и выхлопного патрубка циклонного сепаратора.

Величина a_c имеет размерность, соответствующую единице измерения вязкости η . Физически отношение a_c/η показывает, сколько единиц энергии в вязкостном измерении поступает с потоком, и выявляет достаточность поступившей энергии для формирования потока рассматриваемой среды в циклоне с соответствующими геометрическими параметрами. Результатом является безразмерный комплекс (2), характеризующий действие над вращающимся в циклоне потоком, структура которого соответствует критерию Рейнольдса:

$$Re_c = a_c/\eta = f_R/u_0\eta = \frac{\rho_G u_0}{4\eta} (R_2^{0,5} + R_1^{0,5})^2 \quad (2)$$

Для сопоставления с Re_c найдем подобную характеристику действия взвешенной частицы. Примем форму частицы сферической, а радиальный градиент действующей на частицу центростремительной силы F_1 – постоянным [2]. Определим энергетический параметр f_{Rp} для частицы диаметром D_p , м, и плотностью ρ_p , кг/м³:

$$f_{Rp} = dF_1/dR_2 = F_1/R_2 = \frac{(m_p - m_G) du}{R_2 d\tau} = \frac{\pi(\rho_p - \rho_G) D_p^3 u_0^2}{6R_2^2}, \quad (3)$$

где m_p , m_G – массы частицы и измещенного ею объема газа, кг.

При определении удельного действия a_p , Па·с, частицы, вовлеченной потоком в движение, за характерный скоростной масштаб принята скорость $u_{p\tau_w} = D_p/\tau_w$, м/с, с которой частица проходила бы расстояние, равное ее диаметру, за время релаксации τ_w , с. С учетом вышеизложенного:

$$a_p/\eta = 3\pi(u_0\tau_w/R_2)^2 = (Re_p^{in})^2. \quad (4)$$

Возможность сепарации частицы вследствие того, что во вращающемся потоке с радиусом закругления R_2 она не может следовать за линией тока и по инерции продолжит движение в направлении касательной к ней, может быть выражена соотношением действий частицы и потока через определенные в (2), (4) специфические числа Рейнольдса:

$$\frac{(\text{Re}_p^{\text{in}})^2}{\text{Re}_c} = \frac{12\pi\eta(u_0\tau_w/R_2)^2}{\rho_G u_0 (R_2^{0,5} + R_1^{0,5})^2} \cong \frac{u_0 (\rho_p - \rho_G)^2 D_p^4}{27 \rho_G R_2^3 \eta} \quad (5)$$

В выводе для определенности принят соответствующий ряду отечественных типов циклонов конструктивный параметр $R_1/R_2 = 0,59$. При другом соотношении R_1/R_2 изменится численный коэффициент в знаменателе (5), а комплекс (6):

$$u_0 (\rho_p - \rho_G)^2 D_p^4 / \rho_G R_2^3 \eta \equiv \text{Re}_r \quad (6)$$

Соответствие чисел Re_r степеням осаждения в сепараторах циклонного типа было протестировано по аппаратам с достоверно известными характеристиками степени очистки выбросов. Так, для одного из наиболее распространенных типов циклонов – ЦН-11, известны следующие характеристики степени осаждения частиц: $D_{50} = 4,5 \cdot 10^{-6}$ м, логарифм дисперсии размеров улавливаемых частиц $\lg \sigma_\eta = 0,352$ [3]. Размер D_{99} частиц, улавливаемых на 99%, полученный на основе соотношения для определения параметра осаждения $x = \lg(D_m/D_{50}) / \sqrt{\lg^2 \sigma_\eta + \lg^2 \sigma_p}$, составит $70 \cdot 10^{-6}$ м.

Проведенные исследования показывают, что параметр Re_r позволяет находить численные значения параметров очистки в сепараторах с вращательным движением многофазных потоков расчетным путем. С его помощью могут быть найдены фракционные коэффициенты очистки примеси, если известны параметры потока и конструктивные параметры аппарата, определяющие средний радиус кривизны потока.

Литература

1. Зиганшин, М.Г. Теоретические основы пылегазоочистки: уч. пособие. – Казань: Изд. КГАСУ, 2005. – 262 с.
2. Алиев, Г.М. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: Справочник. – М.: Металлургия, 1986. – 628 с.

3. Зиганшин, М.Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки: учебное пособие 2 изд./ М.Г.Зиганшин, А.А.Колесник, А.М.Зиганшин - М.: Лань, 2014. - 544с.

Ключевые слова: циклон, фильтр, сепарация, степень очистки, метод моделирования (от 5 до 10 слов или словосочетаний).

Keywords: cyclone, the filter, separation, extent of cleaning, modeling method.

Замалиева Альбина Таврисовна -инженер ООО «Газпром трансгаз Казань». E-mail: Albina-0587@rambler.ru.

Зиганшин Малик Гарифович-Казанский государственный архитектурно-строительный университет, профессор. E-mail: mjihan@mail.ru

Zamaliyeva Albina Tavisovna is an engineer of LLC Gazprom transgaz Kazan. E-mail: Albina-0587@rambler.ru.

Ziganshin Malik Garifovich-Kazansky state architectural and construction university, professor. E-mail: mjihan@mail.ru

Для цитирования:

Замалиева А.Т. Определение параметров энергоэффективности циклонного фильтра для санитарной очистки запыленных выбросов / А.Т. Замалиева, М.Г. Зиганшин // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 470 – 473.

For citations:

Zamaliyeva A.T. Finding parameters of the energy efficiency of the cyclone filter for refuse disposal dust emissions/ A.T. Zamaliyeva, M.G. Ziganshin // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 470 – 473.

УДК. 69:536.51.083

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ КОТЕЛЬНЫХ И ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.

А.С.Мозгова, А.В. Суриков

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, г. Чебоксары, Россия.

Аннотация:

В статье приведены результаты энергетического обследования котельной и тепловых сетей газоконденсатного месторождения расположенного в ЯНАО. Представлены цели и задачи энергоаудита, основные выводы после обработки данных инструментального обследования котельной и тепловых сетей, а также рекомендации по повышению эффективности использования ТЭР.

ENERGY INSPECTION OF BOILERS AND HEATING NETWORKS ABSTRACT

Abstract

The article presents the results of energy audits boiler and thermal networks gas condensate field located in the Yamalo-Nenets District. Presents the aims and objectives of the energy audit, the main findings of the data after tool inspection of boilers and heating networks, as well as recommendations to improve the efficiency of use of energy resources.

Энергетическое обследование – сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте.

Основными целями энергетического обследования являются:

- получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- определение показателей энергетической эффективности;
- определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- разработка перечня типовых, общедоступных мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

По результатам проведенного энергетического обследования составляется программа повышения энергетической эффективности предприятия, которая предусматривает:

- повышение надежности энергоснабжения;
- повышение эффективности использования ТЭР;
- оптимизацию энергетических издержек по организационно-экономическим причинам.

В январе-феврале 2016 года было проведено энергетическое обследование котельной и тепловых сетей жилого вахтового поселка газоконденсатного месторождения расположенного в ЯНАО.

В процессе работы были собраны и проанализированы исходные данные об объекте энергетического обследования, выполнены инструментальные обследования и проведены аналитические расчеты по эффективности использования ТЭР.

При обследовании выполнены работы по оценке эффективности работы оборудования, его фактических эксплуатационных параметров, рассчитаны балансы потребления и распределения энергоресурсов.

По результатам энергетического обследования разработаны предложения по энергосбережению и повышению энергоэффективности.

Общий эффект от внедрения рекомендаций составит 4606,88 тыс.руб.

Основные выводы после обработки данных инструментального обследования котельной:

1. Котлы выработали свой ресурс и находятся в аварийном состоянии.

2. Котельная работает круглогодично. Отпуск тепловой энергии осуществляется по утвержденному температурному графику без «недотоп».

3. Тепловая нагрузка на котельную с учетом потерь в тепловых сетях и расхода на собственные нужды составляет 4,06 Гкал/час.

4. Общая теплопроизводительность котельной по данным режимных карт при максимальной нагрузке составляет 5,83 Гкал/ч. Резерв мощности котельной по данным режимных карт при максимальной нагрузке составляет 1,77 Гкал/час, или 30,4%.

5. Топливо – природный газ. В качестве резервного топлива используется газовый конденсат.

6. В котельной отсутствует учет отпускаемой тепловой энергии и теплоносителя; в котельной отсутствует учет потребляемого природного газа; в котельной отсутствует учет поступающей исходной воды; в котельной отсутствует учет воды на хоз-бытовые нужды.

Табл. 1 Рекомендации по повышению эффективности использования ТЭР.

№ п/п	Наименование	Результаты от внедрения рекомендаций
Низко и среднезатратные мероприятия		
1	Организовать качественный анализ показателей работы котельной.	Повышение эффективности работы котельной.
2	Выполнить режимную наладку котла №1.	Годовая экономия природного газа в количестве 62,104 тыс. м ³ на сумму 331,449 тыс. руб.
3	Выполнить режимную наладку котла №2.	Годовая экономия природного газа в количестве 201,044 тыс. м ³ на сумму 1072,972 тыс. руб.
4	Выполнить качественную наладку тепловых сетей и заменить сетевые насосы Д 320-50а на насосы Д 200-36.	Годовая экономия электрической энергии в количестве 113,880 тыс. кВт·ч на сумму 1207,128 тыс. руб.
Высокозатратные мероприятия		
5	Выполнить реконструкцию котельной и заменить котлы на новые современные с высоким КПД. Проект реконструкции котельной выполнить с учетом требований действующих нормативных документов.	Повышение надежности теплоснабжения. Годовая экономия природного газа в количестве 319,106 тыс. м ³ на сумму 1703,069 тыс. руб.

7. Учет подпиточной воды осуществляется водомером СТБГ-1-100. Перед водомером отсутствует магнитный фильтр (требование заводов-изготовителей и СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов», пункт 4.37).

8. Учет газового конденсата осуществляется весовым методом.

9. В 2013 году котельной выработано тепловой энергии в количестве 16326,34 Гкал при потреблении природного газа в количестве 2532649 м³ и газового конденсата в количестве 14,661 тонн, что составляет 2977,736 т.у.т. КПД котельной составил 78,3 %, что значительно ниже данных режимных карт при средней загрузке котлов.

10. В 2014 году котельной выработано тепловой энергии в количестве 16648,97 Гкал при по-треблении природного газа в количестве 2515898 м³ и газового конденсата в количестве 3,197 тонн, что составляет 2941,721 т.у.т. КПД котельной составил 80,9 %, что значительно ниже данных режимных карт при средней загрузке котлов.

11. В базовом 2015 году котельной выработано тепловой энергии в количестве 17894,28 Гкал при потреблении природного газа в количестве 2663593 м³ и газового конденсата в количестве 1,564 тонн,

что составляет 3111,8 т.у.т. КПД котельной составил 81,9 %, что значительно ниже данных режимных карт при средней загрузке котлов.

12. Последняя режимная наладка котлов проводилась в 2011 году. Согласно требованиям Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок (Минэнерго, 24.03.2003 №115), п. 5.3.7 режимно-наладочные испытания для котлов на газообразном и жидком топливе должны проводиться не реже одного раза в 3 года.

13. На основании результатов приборного обследования котла №1 и данных режимной карты следует, что в процессе эксплуатации произошло разрегулирование горения топлива. Горение топлива происходит с недожегом и, соответственно, снизился КПД котла на 8,3%. Обследования выполнялись при параметрах близких к данным режимной карты.

14. Перерасход природного газа составил 62,104 тыс. м³/год на сумму 331,449 тыс. руб.

15. На основании результатов приборного обследования котла №2 и данных режимной карты следует, что в процессе эксплуатации произошло разрегулирование горения топлива. Горение топлива происходит с недожегом, одновременно имеются подсосы воздуха и, соответственно, снизился КПД котла на 23,1%. Обследования выполнялись при параметрах близких к данным режимной карты.

16. Перерасход природного газа составил 201,044 тыс. м³/год на сумму 1072,972 тыс. руб.

17. На основании результатов приборного обследования котла №3 и данных режимной карты следует, что в процессе эксплуатации КПД котла не снизился. Обследования выполнялись при параметрах отличных от данных режимной карты.

18. По результатам тепловизионного обследования обмуровки котлов следует, что повышенные потери тепла осуществляются на стыке боковой поверхности и фронта у котла №2 и в месте разрушенного участка обмуровки у котла №3.

19. По результатам измерений и расчетов следует, что электродвигатель обследованного сетевого насоса №4 работает в оптимальном режиме. Однако расход сетевой воды значительно выше расчетного, что указывает на отсутствие качественной наладки тепловых сетей. При выполнении качественной наладки тепловых сетей и при замене сетевых насосов Д 320-50а на насосы Д 200-36 экономия электрической энергии составила бы 113,880 тыс. кВт·ч/год на сумму 1207,128 тыс. руб.

20. В котельной отсутствует водоподготовка. Согласно требованиям Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок, пункт 6.2.53 и Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более $0,7 \text{ кгс/см}^2$, водогрейных котлов и водонагревателей с температурой воды не выше 115°C , пункт 6.1 - эксплуатация котлов без докотловой или внутрикотловой обработки воды запрещается.

21. В котельной отсутствует тепловая изоляция трубопроводов и арматуры – нарушение требований Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации СО 153-34.20.5012003, пункт 4.9.11.

Основные выводы после обработки данных инструментального обследования тепловых сетей:

1.Протяженность тепловых сетей в двухтрубном исчислении 17,335 км.

2.На основании выполненных замеров толщин тепловой изоляции следует, что фактическая толщина тепловой изоляции обследованных трубопроводов тепловых сетей в основном меньше, чем требуется по проекту, особенно на вводах в здания. По этой причине фактические потери тепловой энергии будут выше, чем предусмотрено в проекте. Согласно требованиям СО 153-34.20.501-2003 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ», пункт 4.12.19 – трубопроводы тепловых сетей, арматура, компенсаторы и фланцевые соединения должны быть покрыты тепловой изоляцией в соответствии с проектом.

3.Расчет сверхнормативных потерь тепловой энергии для обследованных трубопроводов тепловых сетей условной протяженностью по 100 м. каждого диаметра согласно данным замеров фактической толщины тепловой изоляции и требуемой по проекту. Фактическая толщина тепловой изоляции трубопроводов измерялась выборочно рулеткой.

4.Сверхнормативные потери тепловой энергии системы отопления на обследованных участках тепловых сетей общей условной протяженностью 2000 м составляют 20954 ккал/час. При продолжительности отопительного периода 286 суток сверхнормативные годовые потери тепловой энергии составляют 143,828 Гкал.

5.Сверхнормативные потери тепловой энергии системы ГВС на обследованных участках тепловых сетей общей условной протяженностью 1300 м составляют 11384 ккал/час. При

круглогодичной работе 365 суток сверхнормативные годовые потери тепловой энергии составляют 99,724 Гкал.

Табл. 2. Рекомендации по повышению эффективности использования ТЭР.

№ п/п	Наименование	Результаты от внедрения рекомендаций
Низко и среднетратные мероприятия		
1	Организовать контроль качества выполняемых монтажных работ по прокладке тепловых сетей и соответствия их проектным решениям, а также требованиям нормативных документов.	Надежность теплоснабжения. Исключение сверхнормативных потерь тепловой энергии в обследованных тепловых сетях общей условной протяженностью 3,3 км в однотрубном исчислении в количестве 243,552 Гкал/год на сумму 292,262 тыс.руб.
2	Выполнить исполнительную съемку тепловых сетей с уточнением фактических диаметров и протяженности трубопроводов.	Возможность выполнения гидравлического расчета и наладки тепловых сетей.
3	Восстановить разрушенные участки тепловой изоляции и покровного слоя на вводе тепловых сетей в общежитие №24.	Снижение тепловых потерь и предохранение тепловой изоляции от замачивания атмосферными осадками.
4	В местах поворота трубопроводов выполнить дополнительное утепление и качественное покрытие полимерной пленкой.	Снижение тепловых потерь и предохранение тепловой изоляции от замачивания атмосферными осадками.
5	При новом строительстве тепловую изоляцию трубопроводов выполнять из новейших материалов, например пенополиуретаном.	Снижение тепловых потерь в процессе долгосрочной эксплуатации. В процессе эксплуатации изделия из минваты намокают и теряют свои теплотехнические качества, а также происходит естественная усадка, что приводит к увеличению тепловых потерь.

6. Общие сверхнормативные потери тепловой энергии составляют 243,552 Гкал/год.

7. При стоимости тепловой энергии 1200 руб/Гкал годовые потери составляют 292,262 тыс.руб.

8. Трубопроводы тепловых сетей от котельной проложены более 30 лет назад и находятся в аварийном состоянии.

Литература

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» №261.

2. Требования к проведению энергетического обследования и его результатам. Утверждены приказом Минэнерго от 30 июня 2014 г. №400.

3. Методика проведения энергетических обследований предприятий и организаций. Афонин А., Коваль Н., Сторожков А. и др., Главгосэнергонадзор РФ, М., 1998 г.

4. Правила коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя. Утверждены постановлением Правительства РФ от 18 ноября 2013г. №1034.

Ключевые слова: энергетическое обследование, котельная, тепловые сети, потенциал энергосбережения, учет энергоресурсов, энергоэффективность.

Keywords: energy audits, boiler room, heating networks, the potential energy savings, energy accounting, energy efficiency.

Мозгова Анна Станиславовна доцент кафедры «ТиГ». Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова. E-mail: mozgova-energo@yandex.ru

Суриков Александр Владимирович студент группы С-21-13. Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова. E-mail: sasha.surickov@yandex.ru

Mozgova Anna Stanislavovna Associate Professor of "TiG" Chuvash State University named after IN Ulyanov. E-mail: mozgova-energo@yandex.ru

Surikov Alexander student group C-21-13. Chuvash State University named after IN Ulyanov. E-mail: sasha.surickov@yandex.ru

Для цитирования:

Мозгова А.С. Энергетическое обследование котельных и тепловых сетей / А.С. Мозгова, А.В. Суриков // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР-2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 474 – 480.

Citations:

Mozgova A.S. Energy inspection of boilers and heating networksabstract / Mozgova A.S., A.V. Surikov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 474 – 480.

УДК 536.253

О НАПРАВЛЕНИИ ИСТЕЧЕНИЯ СТРУИ ИЗ ОТВЕРСТИЯ В СТЕНКЕ ВОЗДУХОВОДА

В.Н. Посохин, А.М. Зиганшин, Е.В. Варсегова

ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», г. Казань, Россия.

Аннотация:

Обсуждается вопрос о связи между условиями истечения струи из щелевого отверстия в стенке воздуховода и направлением истечения. Приведены результаты численного эксперимента, в процессе которого изучалось влияние дополнительных конструктивных элементов на направление истечения.

ABOUT DIRECTION OF FLOW FROM THE OUTLET OPENING

Abstract:

Relation between the conditions of outflow from the slot outlet opening placing at the duct wall and direction of outflow is discussed. Results of numerical experiment during which the effect of additional structural elements on the outflow direction is given.

В статье речь идет об истечении струи из щелевого отверстия в стенке воздуховода. Приточные щели расположены последовательно друг за другом. Характер изменения статического и динамического давления в воздуховоде таков, что истечение струи происходит не перпендикулярно образующей, а под некоторым углом β (рис. 1).

Значение β зависит от геометрического параметра $\bar{h} = h/H$, а также от соотношения удельных расходов воздуха $\bar{q} = q_0/q$ (q_0 – расход через отверстие, q – общий расход).

Предмет и методы исследования. Рассчитывая воздушное распределение в помещении, мы всегда по умолчанию предполагаем, что угол $\beta = 90^\circ$. Неучет отмеченного выше обстоятельства приводит к тому, что реальное распределение скорости в помещении в целом и в обитаемой зоне, в частности, не будет соответствовать расчетному.

Проблемой течения струи из щелевого отверстия в стенке воздуховода занимался ряд авторов [1-4]. Все они решали задачу в рамках теории струй идеальной жидкости. Конечно, такой подход не позволял определять кинематические характеристики струи. Однако

зависимость угла β от условий истечения была найдена. Приведем здесь результаты анализа В.Н. Талиева [1].

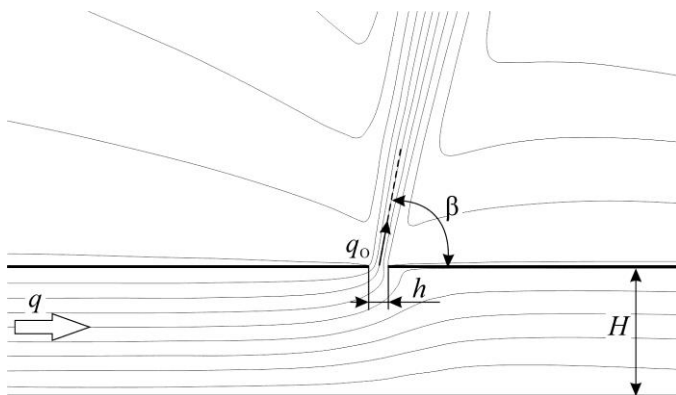


Рис. 1 Схема истечения

$$\bar{h} = \frac{\cos \beta}{\pi(1-0,5\bar{q})} \left\{ \pi\bar{q} \cdot \sin \beta - \bar{q} \cos \beta \cdot \ln \frac{1-\cos \beta}{1+\cos \beta} - \right. \\ \left. - 2[(1-\bar{q})a + \bar{q} \cos \beta] \ln b + 2a(1-\bar{q}) \ln c \right\}.$$

Здесь

$$a = \frac{(1-0,5\bar{q})^2 + (1-\bar{q})^2 \cos^2 \beta}{2(1-0,5\bar{q})(1-\bar{q}) \cos \beta};$$

$$b = \frac{1-0,5\bar{q} - \cos \beta}{1-0,5\bar{q} + \cos \beta};$$

$$c = \frac{1-0,5\bar{q} - (1-\bar{q}) \cos \beta}{1-0,5\bar{q} + (1-\bar{q}) \cos \beta}.$$

Значения комплексных b и c под знаком логарифма при некоторых сочетаниях значения параметра $\bar{q}$ и зависимой переменной β могут быть отрицательными, в этих случаях расчетная формула теряет смысл. Значит либо надо установить интервалы значений $\bar{q}$ и β , когда $\bar{h}$ – действительно, либо (что правильно) надо задавать значения независимых параметров $\bar{h} \leq 1$ и $\bar{q} \leq 1$ и определять соответствующее значение β .

Составлена программа вычислений, результаты которых представлены на рис.2.

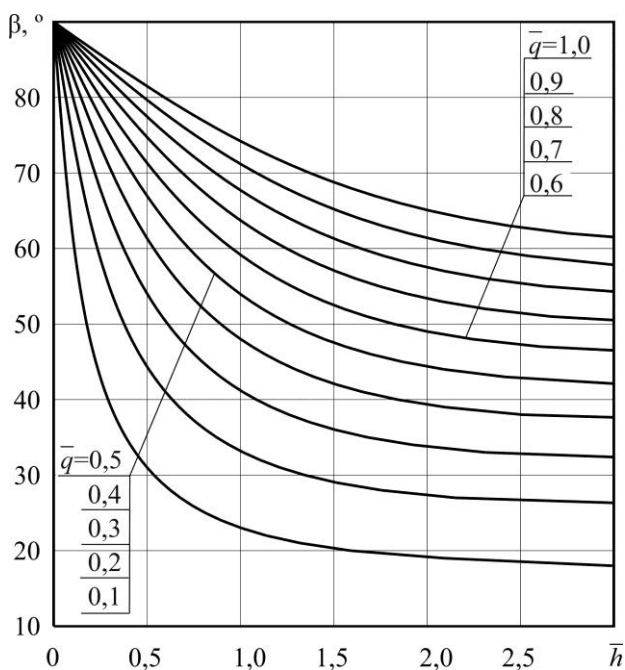


Рис. 2 График зависимости $\beta = \beta(\bar{h}, \bar{q})$.

Из рисунка следует, что угол β тем больше, чем больше $\bar{h}$ и $\bar{q}$.

Для того чтобы скорректировать направление истечения струи используют воздухораспределители с направляющими лопатками. Однако характеристики таких воздухораспределителей не содержат рекомендаций о положении лопаток, при котором достигается желаемое направление истечения. В этой связи уместно располагать сведениями о дополнительных конструктивных элементах, позволяющих регулировать направление истечения.

На рис. 3 приведена картина течения, полученная с помощью пакета программ *Fluent* для случая, когда приточное отверстие снабжено козырьком, отклоняющим струю ($\bar{h} = 0,32$, $\bar{q} = 0,225$, $\bar{t} = t/h = 1$).

Расчеты показывают, что значение β возрастает с увеличением размера козырька и уже при $\bar{t}=1$ $\beta=90^\circ$. Конечно, при этом и возрастает коэффициент местного сопротивления в направлении истечения $\zeta_{\text{отв}}$.

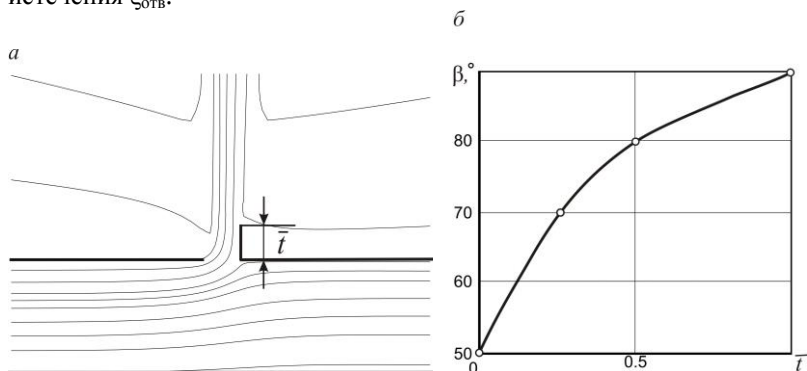


Рис. 3. Течение при наличии козырька
 a – линии тока течения; b – зависимость $\beta = \beta(\bar{t})$

Строго говоря, при изменении высоты козырька меняется картина течения в целом, а значит и потери давления на истечение и на проход мимо отверстия. Следовательно, меняется и параметр $\bar{q}$, характеризующий соотношение расходов на истечение и транзитного. В частности расчеты показали, что при $\bar{t}=0$ $\bar{q}=0,268$; при $\bar{t}=0,25$ $\bar{q}=0,240$; при $\bar{t}=0,5$ $\bar{q}=0,240$; при $\bar{t}=1$ $\bar{q}=0,225$. Мы видим, что зависимость $\bar{q}$ от $\bar{t}$ слабая, а значит, при практических расчетах можно принять $\bar{q} = \bar{q}(0)$.

Проведенные исследования подтверждают, что истечение струи происходит не перпендикулярно образующей, а под некоторым углом β , который зависит от $\bar{h}$ и $\bar{q}$, чем они больше, тем больше β . Направление истечения струи можно скорректировать, если использовать воздухораспределители с направляющими лопатками. В дальнейшем необходимо проделать расчеты, чтобы исследовать, как параметр $\bar{t}$ влияет на коэффициенты местного сопротивления на истечение $\zeta_{\text{отв}}$ и на проход $\zeta_{\text{пр}}$. Данные об этих сопротивлениях при истечении без козырька имеются в [5].

Литература

1. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции. – М.: Стройиздат, 1954. – 288 с.
2. Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости. – М.: Наука, 1979. – 536с.
3. Маккавеев В.М. О теоретическом определении коэффициентов местных гидравлических сопротивлений. Труды Ленинградского института инженеров водного транспорта, вып. I, Гострансиздат, 1932. – С. 66-102.
4. Маккавеев В.М., Коновалов И.М. Гидравлика. – Речиздат, 1940. – 642 с.
5. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч., Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха. / В. Н. Богословский, И. А. Шепелев, В. М. Эльтерман и др.; Под ред. И. Г. Старовойтова. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1977. 502 с.

Ключевые слова: плоская струя, параметры истечения, направление истечения.

Keywords: Plain jet, parameters of outflow, direction of outflow.

Посохин Владимир Николаевич, д.т.н., проф., советник ректората Казанского государственного архитектурно-строительного университета; posohin@kgasu.ru.

Зиганшин Арслан Маликович, к.т.н., доц., доцент каф. теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции Казанского государственного архитектурно-строительного университета; amziganshin@kgasu.ru.

Варсегова Евгения Владиславовна, к.ф.-м.н., доц., доцент каф. теплоэнергетики и вентиляции Казанского государственного архитектурно-строительного университета; evarsegova@yandex.ru.

Posohin Vladimir Nikolaevich, doctor of technical sciences, Professor, rector's adviser; posohin@kgasu.ru;

Ziganshin Arslan Malikovich, candidate of technical sciences, assistant professor of Thermal power, gas supply and ventilation department, Kazan State University of Architecture and Engineering, amziganshin@kgasu.ru;

Evgeniya Vladislavovna Varsegova - candidate of physico-mathematical sciences, assistant professor of Thermal power, gas supply

and ventilation department, Kazan State University of Architecture and Engineering, evarsegova@yandex.ru.

Для цитирования:

Посохин В.Н. О направлении истечения струи из отверстия в стенке воздуховода / В.Н. Посохин, А.М. Зиганшин, Е.В. Варсегова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 481 – 486.

Citations:

Posohin V.N. Energy inspection of boilers and heating networksabstract / V.N. Posohin, A.M. Ziganshin, Varsegova E.V. // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 481 – 486.

УДК 697.95

СИСТЕМЫ ОВК ОДНОКВАРТИРНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЖИЛОГО ДОМА

Л.Р.Степанова, В.В.Катяков

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени
И.Н.Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация.

В статье рассматриваются факторы, определяющие энергоэффективность жилого многоквартирного дома. Произведен расчет воздухообмена частного бассейна по тепло-влажновыделениям, подобран эффективный рекуператор.

ENGINEERING SYSTEMS ENERGY SAVING DETACHED DWELLING HOUSE

Abstract.

The article examines the factors that determine the energy efficiency of residential single-family homes. The calculation of air private pool for warm-water generation, picked up an efficient heat exchanger

Согласно [6] СП 55.13330.2011 «Дома жилые многоквартирные», в проектируемом доме необходимо обеспечить сочетание невозобновляемых энергетических ресурсов, а также использование возобновляемых природных источников энергии (солнечной, ветровой и т.п.).

Для энергоэффективного дома или пассивного (англ. passive house) характерно малое энергопотребление. Энергосберегающим считается здание, в котором потери тепловой энергии с квадратного метра ниже $40 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ [1]. Вопросы энергосбережения важно и нужно решать на стадии проектирования.

От инженерных систем, даже современных интеллектуальных, будет мало пользы, если при проектировании здания не будут выполнены следующие мероприятия:

- компактная форма здания;
- мощная теплоизоляционная оболочка здания и ее хорошая герметизация;
- рациональная архитектурная планировка;
- наиболее выгодная посадка здания на местности;
- энергоэффективные, низкоэмиссионные стеклопакеты;
- автоматизация систем ОВК.

Только при выполнении этих условий, можно переходить к проектированию систем отопления и вентиляции жилого дома.

Рассматриваемое нами жилое многоквартирное здание площадью 682,5 м² (без учета веранд и гаража) имеет три этажа и подвал. Кроме жилых помещений, кухни-столовой, подсобных помещений в доме имеется бассейн.

По п.10.15 [5] температура воды в оздоровительном бассейне 26-29°C. Расчетная температура воздуха помещения на 1-2°C выше температуры воды (28-31°C). Не следует снижать температуру воздуха в ночное время, так как из-за роста испарений повышается расход энергии. Средняя температура поверхности пола для обходных дорожек плавательных бассейнов не должна превышать 31°C [7].

Для уменьшения теплопотерь, в проектируемом доме устанавливается тройное двухкамерное остекление с двумя слоями низкоэмиссионного покрытия с заполнением аргоном. Коэффициент теплопередачи такого остекления составляет 0,7 Вт/(м²·C) или 1,428 (м²·C)/Вт.

Помещение с бассейном является весьма специфическим из-за наличия в нем большого количества паров воды. Устраняет все эти неудобства качественная вентиляция. Для энергосберегающего дома необходимо применение вентиляции с рекуперацией тепла с частичной осушкой удаляемого воздуха.

Основным фактором создания вентиляции на базе приточно-вытяжной установки с рекуперацией тепла, как правило, являются ее высокие показатели энергоэффективности. КПД рекуператора должен составлять более 75-80 %. Это возможно, используя перекрестные противоточные теплообменники. Вытяжной воздух передает приточному не только тепло, но и до 65% содержащейся в нем влаги.

Важно также сохранить потребление электрической энергии на небольшом уровне, применяя вентиляторы с высоким КПД и равномерным потоком воздуха, и, конечно, используя системы автоматизации. Для оптимизации работы всех инженерных систем здания важно предусмотреть комплексную систему автоматизации [9].

Для эффективной очистки наружного воздуха устанавливаем фильтр тонкой очистки класса F7.

Для исключения выпадения конденсата на окнах осуществляется подача нагретого воздуха из канальных встраиваемых в пол отопительных приборов.

Данная система целесообразна, если расположена под вытяжной системой, т.к. при невыполнении данного условия, не возможно поддержание комфортных параметров температуры в рабочей зоны

плавательного бассейна. В качестве воздухораспределительных и воздухозаборных устройств принимаем решетки АМР российской фирмы «Арктос» [8].

Расчет механической системы вентиляции помещения бассейна в индивидуальном жилом доме с рекуперацией тепла:

Основные параметры для расчета системы вентиляции бассейна индивидуального жилого дома:

1. Температура наиболее холодной пятидневки $-31\text{ }^{\circ}\text{C}$ г.Нижний Новгород [4];
2. Относительная влажность воздуха в холодный период 84% [4];
3. Температура воздуха в теплый период $22,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ [4];
4. Относительная влажность воздуха в теплый период 70% [4];
5. Барометрическое давление $P_6 = 99,5\text{ кПа}$ [4];
6. Парциальное давление $P_p = 1,5\text{ кПа}$ [2];
7. Температура воздуха внутри помещения: $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ [5];
8. Температура воды в бассейне: $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ [5];
9. Относительная влажность воздуха в помещении бассейна в теплый период года 45% и 55% в холодный [5];
10. Расчетное количество посетителей бассейна в доме: 4 человека;
11. Площадь зеркала воды (бассейна): $34,7\text{ м}^2$;
12. Тип бассейна: Частный;
13. Площадь обходных дорожек: $23,3\text{ м}^2$;

Расчет влаговывделений в зале бассейна

Влаговывделения от людей:

$$W_s = q \cdot N \cdot (1 - 0,33) = 136 \cdot 4 \cdot (1 - 0,33) = 364,48\text{ г/ч}, \quad (1)$$

где коэффициент 0,33 – доля времени, проводимая людьми в бассейне;

Влаговывделения с зеркала воды:

$$M_{D.B.b(u)} = \frac{\beta_{b(u)}}{R_D T} \cdot (P_{D.W} - P_{D.L}) \cdot A_B\text{ кг/ч}, \quad (2)$$

$\beta_{b(u)}$ -интенсивность влаговывделений (скорость испарения) в рабочее или нерабочее врем, м/ч; $R_D = 419,52\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ - газовая постоянная, Дж/(кг*К) для водяного пара; T - среднее арифметическая температура воды t_w и воздуха t_R , К;

$P_{D.W}$ - давление водяных паров насыщенного воздуха при температуре воздух, равной заданной температуре воды, Па; принимают в соответствии с таблицей; [2]

$p_{D.L}$ – парциальное давление водяных паров при заданной температуре и относительно влажности воздуха в зале с ванными бассейна, Па; определяется по формуле:

$$p_{D.L} = \frac{\varphi \cdot P_{D.W}}{100\%}, \quad (3)$$

где φ – относительная влажность воздуха, %; A_B – площадь зеркала воды, м².

Холодный период:

Для рабочего времени плавательного бассейна влаговыделения с поверхности воды:

$$M_{D.B.b.1} = \frac{21}{461,52 \cdot 302} \cdot (3782 - 2335,3) \cdot 34,7 = 7,56 \text{ кг/ч};$$

Для проверки полученного результата используем эмпирическую формулу Бязина–Крюмме:

$$M_{D.B.b} = (0,018 + 0,01995 \cdot a \cdot \frac{P_{D.W} - P_{D.L}}{133,3}) \cdot A_B, \text{ кг/ч} \quad (4)$$

где a – коэффициент занятости плавательного бассейна людьми, $a = 0,3$ для небольших частных плавательных бассейнов; $P_{D.W}$, $P_{D.L}$, A_B – то же что и в формуле (2);

Для рабочего времени плавательного бассейна:

$$M_{D.B.b} = (0,018 + 0,01995 \cdot 0,3 \cdot \frac{3782 - 2335,3}{133,3}) \cdot 34,7 = 6,35 \text{ кг/ч};$$

Теплый период:

Для рабочего времени плавательного бассейна:

$$M_{D.B.b.1} = \frac{21}{461,52 \cdot 302} \cdot (3782 - 1910,7) \cdot 34,7 = 9,8 \text{ кг/ч};$$

Для проверки полученного результата используем эмпирическую формулу Бязина–Крюмме:

Для рабочего времени плавательного бассейна:

$$M_{D.B.b} = (0,018 + 0,01995 \cdot 0,3 \cdot \frac{3782 - 1910,7}{133,3}) \cdot 34,7 = 3,5 \text{ кг/ч};$$

Расчет влаговыделений с обходных дорожек:

$$M_{o.d} = 0,006 \cdot (t_R - t_{WB}) \cdot A_p \text{ кг/ч}; \quad (5)$$

где t_R – температура воздуха в помещении по сух. термометру, °C;

t_{WB} - температура воздуха по мокрому термометру, °C; определяется по i-d диаграмме; A_p – площадь влажной поверхности пола по периметру ванны бассейна, м²,

Холодный период:

$$M_{o,d} = 0,006 \cdot (30 - 19,96) \cdot 23,3 \cdot 0,4 = 0,56 \text{ кг/ч};$$

Теплый период:

$$M_{o,d} = 0,006 \cdot (30 - 16,75) \cdot 23,3 \cdot 0,4 = 0,74 \text{ кг/ч};$$

Расчет расхода наружного воздуха:

Массовый расход наружного воздуха:

$$M_{A.S} = \frac{M_{D.B+A.B} + M_{D.A}}{X_{D.L} - X_{D.A}} \cdot 10^3 \text{ кг/ч}; \quad (6)$$

$M_{D.B+A.B}$ – суммарное влаговыделение в зале с ваннами бассейна с аттракционными и водной горкой-трубой (кг/ч), равно 0 так как расчет ведется для бассейна, проектируемого в индивидуальном жилом доме без горок и аттракционов;

$M_{D.A}$ - влаговыделение для открытых водяных горок (кг/ч); $X_{D.L}$ - влагосодержание в зале с ваннами бассейна, г/кг; $X_{D.A}$ - влагосодержание наружного воздуха, г/кг.; вычисляется по закону Дальтона через парциальное давление водяного пара по формуле:

$$X_{D.A} = 0,622 \cdot \frac{P_{D.A}}{P_B - P_{D.A}} \cdot 10^3, \quad (7)$$

где $P_{D.A}$ – парциальное давление водяного пара в наружном воздухе, Па; P_B - барометрическое давление.

Холодный период:

$$M_{A.S} = \frac{8,48}{15 - 9,5} \cdot 10^3 = 1542 \text{ кг/ч};$$

Теплый период:

$$M_{A.S} = \frac{10,9}{12 - 9,5} \cdot 10^3 = 4360 \text{ кг/ч};$$

С учетом плотности воздуха 1,19 кг/м³, объемный расход составляет:

$$L_w = 4360 \div 1,19 = 3665 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Производим осушку воздуха, доведя воздухообмен по влаговыделениям до 2000 м³/ч.

Расчет избытков явной теплоты

Избыточная теплота от людей (Вт):

$$Q_{\text{люд}} = n \cdot q_{\text{я}} \cdot k_{\text{ч}} = 4 \cdot 40 \cdot (1 - 0,33) = 107,2 \quad (8)$$

где n – количество людей, $q_{\text{я}}$ – тепловыделение одним взрослым человеком (мужчиной) Вт, принимается в зависимости от температуры окружающей среды и категории выполняемой работы, $k_{\text{ч}}=1$ – для мужчин, $k_{\text{ч}}=0,85$ – для женщин, $k_{\text{ч}}=0,75$ – для детей.

Поступление тепла от источников искусственного освещения:

Тепловыделение от источников искусственного освещения, если суммарная мощность источников освещения не известна, Вт:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}} = 150 \cdot 94 \cdot 0,06 \cdot 1 = 846 \quad (9)$$

где E – нормируемая освещённость помещения, Лк; $q_{\text{осв}}$ – удельное тепловыделение от ламп, Вт/(м² лк); F – площадь пола помещения; $\eta_{\text{осв}}$ – доля теплоты поступающей в помещение.

Теплопоступления через низкокзоэmissионные стеклопакеты от солнечной радиации (Вт): не учитывается, т.к вся солнечная радиация отражается от энергоэффективного стеклопакета.

Теплопоступления от обходных дорожек (Вт):

$$Q_p = \alpha_p \cdot A_p \cdot (t_R - t_w) = 10 \cdot 23,3 \cdot (31 - 28) = 699 \quad (10)$$

где $\alpha_p = 10$ Вт/(м²°C) для обходных дорожек; A_p – то же, что и формуле (5); t_p – температура поверхности обходных дорожек, °C; t_w – температура воды, °C.

Потери тепла на нагрев воды в ванне (Вт):

$$Q_w = \alpha_w \cdot A_B \cdot (t_R - t_w) = 4 \cdot 34,7 \cdot (30 - 27) = 416,4 \quad (11)$$

где $\alpha_w = 4$ Вт/(м²°C) – коэффициент теплоотдачи к зеркалу воды, Вт/(м²°C), принимают; A_B – то же, что и формуле (2); t_R – то же, что и в формуле (5); t_w – температура на поверхности воды;

Избытки явной теплоты в помещении (Вт):

Холодный период:

$$\Sigma Q_{\text{яв}} = Q_{\text{люд}} + Q_{\text{осв}} + Q_p + Q_w = 107,2 + 846 + 699 - 416,4 = 1236$$

Теплый период:

$$\Sigma Q_{\text{яв}} = Q_{\text{люд}} + Q_s + Q_p + Q_w = 107,2 + 0 + 699 - 416,4 = 390$$

Скрытая теплота в помещении (кДж/ч):

Холодный период:

$$Q_{\text{скр.Б}} = W_B \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot t_{\text{нов}}) = 7,56 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 27) = 18422 \quad (12)$$

$$Q_{\text{скр.од}} = W_{\text{од}} \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot t_{\text{од}}) = 0,56 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 31) = 1360 \quad (13)$$

$$Q_{\text{скр.л}} = N \cdot (q_n - q_{\text{я}}) \cdot 3,6 = 4 \cdot (145 - 40) \cdot 3,6 = 1512 \quad (14)$$

Теплый период:

$$Q_{\text{ср.б}} = W_{\text{б}} \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot t_{\text{нов}}) = 9,8 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 27) = 23880$$

$$Q_{\text{ср.од}} = W_{\text{од}} \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot t_{\text{од}}) = 0,74 \cdot (2501,3 - 2,39 \cdot 31) = 1796$$

$$Q_{\text{ср.л}} = N \cdot (q_{\text{п}} - q_{\text{я}}) \cdot 3,6 = 4 \cdot (145 - 40) \cdot 3,6 = 1512$$

Полное тепло (кДж/ч):

Холодный период:

$$\sum Q_{\text{пол}} = Q_{\text{ср.б}} + Q_{\text{ср.од}} + Q_{\text{ср.л}} + 3,6 \cdot Q_{\text{жж}} = 18422 + 1360 + 1512 + 3,6 \cdot 1236 = 25744$$

Теплый период:

$$\sum Q_{\text{пол}} = 23880 + 1796 + 1512 + 3,6 \cdot 390 = 28592$$

Тепловлажностное отношение (кДж):

Холодный период:

$$\varepsilon = \frac{\sum Q}{\sum W} = \frac{25744}{8,48} = 3035 \quad (15)$$

Теплый период:

$$\varepsilon = \frac{\sum Q}{\sum W} = \frac{28592}{10,9} = 2623$$

Воздухообмен по полному теплу (кг/ч):

Холодный период:

$$G_w = \frac{\sum Q_n}{I_y - I_n} = \frac{25744}{61 - 50} = 2340 \quad (16)$$

Теплый период:

$$G_w = \frac{\sum Q_n}{I_y - I_n} = \frac{28592}{68 - 56} = 2382$$

С учетом плотности воздуха $1,19 \text{ кг/м}^3$, объемный расход составляет:

$$L_Q = 2382 \div 1,19 = 2001 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Поступление вредных веществ в помещение

Количество углекислого газа: $M_{\text{CO}_2} = m_{\text{CO}_2} \cdot n = 4 \cdot 45 = 180 \text{ г/ч},$

$$L_{\text{вр.г}} = \frac{M}{b_y - b_{\text{нп}}} = \frac{180}{1,2 - 0,73} = 380 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Нормативный расход наружного воздуха в соответствии со [7] должен обеспечивать не менее $80 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного человека.

$$L_{\text{мин}} = L_{\text{норм}} \cdot n = 80 \cdot 4 = 320 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для подбора рекуператора выбираем максимальный воздухообмен по избыткам влаги в помещении бассейна. Для нашего

проекта принята компактная и энергосберегающая установка фирмы: «DAIKIN» серии VAM2000F.

Литература

1. Гоньшаков А.Г., Власов А.В., Лисятников М.С. Особенности проектирования пассивного дома. Учебное пособие: - Владимир, 2014. -112стр.,ил.
2. Рекомендации АВОК Р НП АВОК 7.5-2012 Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования. М.2012.
3. СанПиН 2.1.2.1188-2003 «Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества».
4. СП 131.13330.2012 Строительная климатология Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*
5. СП 31-113-2004 «Бассейны для плавания».
6. СП 55.13330.2011 Дома жилые одноквартирные. М., 2011.
7. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха // Минрегион России, 2012.
8. Степанова Л.Р., Выбор воздухораспределителей НАСКР 2014
9. «Материалы VIII Всероссийской (II Международной) конференции »)
10. Степанова Л.Р. , Катяков В.В Автоматизация энергетически независимых систем зданий и сооружений Международный сборник научных трудов Выпуск №36 Казань , 2016

Ключевые слова: рекуперация тепла, энергосберегающие системы, низкоэмиссионные стекла.

Keywords: heat recovery, energy saving systems, low-E glass.

Степанова Лариса Ризвановна – старший преподаватель кафедры «Теплотехника и гидравлика» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; strf@chuvsu.ru; +7 (8352) 62 45 96.

Катяков Вячеслав Владимирович - студент 4 курса строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., 15; strf@chuvsu.ru; +7 (8352) 62 55 31.

Stepanova Larisa Rizvanovna, senior lecturer in "Heat and Hydraulics", Chuvash State University named after I.N. Ulyanov (ChuvSU), 15 Moskovskiy Prospekt, Cheboksary, 428015, Russian Federation; strf@chuvsu.ru; +7 (8352) 62 55 31.

Katyakov Vyacheslav Vladimirovich is the student 4 courses of construction faculty of FGBOOU WAUGH "The Chuvash state university of name I.N. Ulyanova", Cheboksary, 428015, Cheboksary, Moskovsky Ave., 15; strf@chuvsu.ru; +7 (8352) 62 55 31.

Для цитирования:

Степанова Л.Р. Системы ОВК многоквартирного энергосберегающего жилого дома/ Л.Р. Степанова, Катяков В.В// Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 487 – 495.

Citation:

Stepanova L.R. Engineering systems energy saving detached dwelling house / LR Stepanova, VV Katyakov // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 487 –495.

УДК 532.51.013.12

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ ОСОБЕННОСТЬ ПЛОСКИХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПОТОКОВ ВБЛИЗИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОСИ

Г.П. Скребков, Н.А. Фёдоров, Т.Г. Побережная

ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия

Аннотация:

На примере плоского течения с гладкими стенками показано наличие вблизи динамической оси потока области с практически постоянной скоростью, близкой максимальной. Излагается гипотеза, обеспечивающая существование особой области течения вблизи динамической оси потока. Трехслойная схема турбулентного течения Т. Кармана, включающая вязкий подслой, переходную область и турбулентное ядро не полностью отражает структуру турбулентного потока и может быть дополнена областью постоянной вихревой вязкости вблизи динамической оси.

THE KINEMATIC FEATURE OF TURBULENT FLOWS NEAR FLAT DYNAMIC AXIS

Abstract:

On the example of plane flow with smooth walls shows the location of the dynamic axis of the flow region with almost constant velocity, close to maximum. Outlines a hypothesis that ensures the existence of a special region, those values close to the dynamic axis of the flow. Three-layer scheme of turbulent flow T. Pockets, including a viscous sublayer, a transition region and the turbulent core is not fully reflects the structure of the turbulent flow and can be supplemented with region of constant eddy viscosity close to the dynamic axis.

Опытные измерения, выполненные в плоских потоках указывают на существование около динамической оси потока области течения по глубине, в которой продольные скорости течения сохраняются практически постоянными [1-5]. Относительно большие размеры этой области указывают на присутствие в ней кинематических особенностей, необъяснимых с позиций привычного логарифмического профиля распределения скоростей.

Измерение профилей скорости в круглых потоках обычно выполняется при большем внимании к той половине потока, которая расположена ближе к стенке, а в другой половине – измерения проводятся с более крупным шагом от точки к точке. Поэтому число

опытных точек вблизи динамической оси потока часто оказывается недостаточным для фиксации рассматриваемой особенности. Такая практика измерений, когда в области изменения скорости шаг измерений принимается более крупным, сложилась ещё со времен опытов И. Никурадзе [6] и характерна для более поздних работ [7, 8]. По указанной причине рассматриваемая особенность турбулентного профиля скорости в круглых трубах остается без внимания.

Измерение профилей скоростей в широких потоках обычно выполняется с более равномерным шагом по глубине, что позволило накопить достаточное количество опытных материалов, позволяющих с уверенностью говорить о существовании вблизи динамической оси плоских потоков области с качественно иным распределением скоростей, чем в основной центральной части потока, а также оценивать размеры этой области.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты достаточно подробных измерений профилей скоростей, выполненных в плоских безнапорных и напорных потоках.

Таблица 1

Опытные профили скорости в стеклянном лотке
шириной 100 см с гладким дном и стенками [1]

Параметры потока					Безразмерные скорости U/U_M (верхняя строка) и безразмерные расстояния y/h (нижняя строка)						
h , см	U_{*} , см/с	$\bar{U}$, см/с	U_M , см/с	$\bar{U}h$ v							
4,15	2,52	48,0	53,2	19920	1,00	0,997	0,993	0,983	0,969	0,955	0,932
					1,00	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50
6,82	3,03	63,0	69,7	42960	1,00	0,997	0,994	0,986	0,974	0,958	0,938
					1,00	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50
9,64	2,88	61,1	68,0	61500	1,00	0,999	0,997	0,991	0,982	0,972	0,959
					1,00	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50

По данным табл. 1 изменение глубины потока в интервалах $1,0 \leq y/h \leq 0,80$, т.е. на 20%, сопровождается уменьшением скорости, не более чем на 1,7%, а последующее уменьшение глубины до $y/h=0,60$ приводит к снижению скорости уже на 4,2%.

Отметим, что в гидравлических лотках присутствует трение водного потока о воздух, которое обычно несколько влияет на профиль скорости. Поэтому уделим основное внимание анализу профиля скоростей в плоских напорных потоках (табл. 2).

Профили, приведенные в табл. 2, показывают, что относительное смещение измерителя скорости из центра потока в точку с $y/h=0,80$ ведет к снижению скорости в среднем всего лишь на 0,9%, а в точку с $y/h=0,60$ уже, примерно, до 4,0%.

Таблица 2

Опытные профили скорости в плоских напорных потоках с гладкими стенками										
Источник информации	Параметры потока				Безразмерные скорости U/U_M (верхняя строка), и безразмерные расстояния y/h (нижняя строка)					
	U_* , м/с	$\bar{U}$, м/с	U_M , м/с	$\bar{U}h$, ν						
[2] $b/h=8$, $h=80$ мм	0,439	8,371	9,385	19985	1,00	0,999	0,991	0,998	0,984	0,978
					1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	0,803	16,56	18,45	40420	1,00	1,000	0,998	0,996	0,994	0,988
					1,00	0,988	0,937	0,887	0,837	0,787
	2,08	47,70	51,99	114260	1,00	1,001	0,999	0,997	0,993	0,988
					1,00	0,945	0,899	0,849	0,799	0,749
[3] $b/h=18$ $h=31,75$ мм	0,327	5,88	6,67	12160	1,00	1,000	0,994	0,979	0,970	0,951
					1,00	0,932	0,852	0,785	0,727	0,591
	0,520	9,94	11,19	20600	1,00	1,000	0,989	0,970	0,953	0,951
					1,00	0,932	0,885	0,727	0,649	0,571
	0,702	13,96	15,80	28910	1,00	1,000	0,989	0,970	0,959	0,951
					1,00	0,932	0,885	0,727	0,649	0,571
[4] $b/h=12$ $h=63,5$ мм	0,605	13,8	15,0	56670	1,00	0,999	0,999	0,995	0,974	0,968
					1,00	0,934	0,862	0,783	0,704	0,621
Опыты ЧувГУ $b/h=8$ $h=12,6$ мм	0,598	10,2	11,57	8083	1,00	0,993	0,992	0,986	0,972	0,968
					1,00	0,920	0,841	0,802	0,762	0,722
	1,720	33,8	37,66	26386	1,00	1,00	1,00	0,998	0,974	0,987
					1,00	0,960	0,921	0,881	0,841	0,801

Результаты измерений, представленные в табл. 1 и 2, свидетельствуют о существовании вблизи динамической оси плоских безнапорных и напорных потоков области течения со скоростью, близкой к максимальной. Размеры этой области несколько колеблются по данным разных исследователей и составляют не менее 15-20% от поперечного размера потока. В указанной области логарифмический профиль скорости не точно соответствует реальному профилю скорости и становится приблизительным.

Подтвердим сказанное простым расчетом, относящимся к плоскому потоку с гладкими стенками, где профиль скорости описывается уравнением, полученным в работе [5].

$$\frac{U}{U_*} = 5,75 \lg \frac{yU_*}{\nu} + 4,2 \quad (1)$$

Максимальная величина безразмерной скорости в опытах, которые приведены в табл. 1 и 2, колеблется в пределах $U/U_* = 20-25$. Изменение расстояния от стенки до точки измерения скорости с $y/h=1$ до $y/h=0,8$, т.е. в 1,25 раза, по уравнению (1) ведёт к уменьшению скорости на величину $\Delta U/U_* = 0,63-0,57$ или на 2,8-2,3%

по сравнению с максимальной на оси. Фактическое уменьшение скорости составляет в среднем не более 1,3% по данным табл. 1 и не более 0,9% по данным табл. 2, т.е. значительно меньше, чем ожидаемое по уравнению (1).

Расхождение логарифмического и опытных профилей можно представить графически (рис. 1), если уравнение (1) представить в тех же координатах, которые использованы при составлении табл. 1 и 2.

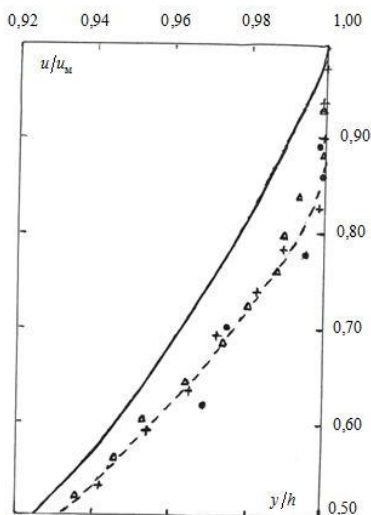


Рис. 1. Безразмерные профили скорости в плоских потоках:

- — опыты Лауфера при $Re_{ПЛ} = 56\,670$; Δ — опыты ЧувГУ при $Re_{ПЛ} = 26\,300$;
- + — опыты ФЭИ при $Re_{ПЛ} = 40\,420$; - - - — осредняющая опытная кривая;
- — — — результат расчёта по уравнению (2) при $Re_* = 2286$

Заменим правую часть уравнения (1) равнозначным одночленом и запишем отношение скорости в точках профиля к максимальной на оси потока:

$$\frac{u}{u_M} = \frac{5,75 \lg(5,38 y u_* / \nu)}{5,75 \lg(5,38 h u_* / \nu)} = \frac{\lg\left(5,38 \frac{h u_*}{\nu} \frac{y}{h}\right)}{\lg\left(5,38 \frac{h u_*}{\nu}\right)} \quad (2)$$

Из (2) следует, что безразмерный профиль u/u_M слабо зависит от динамического числа Рейнольдса $Re_* = h u_* / \nu$. Так изменение

величины Re_* на порядок в ту или иную сторону влияет на отношение u/u_M в пределах $\pm 1,0\%$, что позволяет считать профиль (2) квазистабильной характеристикой плоского турбулентного потока. Вид зависимости (2) при величине $Re_*=2286$, соответствующей параметрам потока, имевшим место в [4], представлен на рис. 1. Там же приведены результаты измерений профилей скорости в плоских потоках (НАСА, ЧувГУ, ФЭИ). Все три опытных профиля располагаются очень близко друг к другу: расхождение опытных точек составляет доли процента. Они могут быть объединены одной линией (пунктир), вид которой указывает на существование вблизи динамической оси области с практически постоянной продольной скоростью, почти равной скорости на оси потока. Логарифмическая же кривая, построенная по уравнению (2), такой особенностью не обладает и характеризуется возрастающим отклонением от опытных точек по мере приближения к оси потока. Максимальное отклонение логарифмического профиля (2) от опытных точек достигает 2% и приходится на начало области течения с постоянной скоростью, которому примерно соответствует $y/h=0,85$.

Результаты, представленные на рис. 1, дают повод предполагать в области постоянной скорости несколько иной механизм турбулентного перемешивания, чем в центральном ядре турбулентного потока, где уравнение (1) вполне удовлетворительно описывает скорости.

Что же вызывает более интенсивное перемешивание жидкости вблизи динамической оси потока и приводит к выравниванию продольных скоростей? Ответ на этот вопрос требует специальных исследований структуры потока вблизи его динамической оси. Однако до проведения специальных исследований, можно высказать гипотезу, основанную на натурных наблюдениях состояния свободной поверхности потока на быстротоке Кибрайской ГЭС Чирчикского каскада [9]. Суть феномена состоит в том, что при некоторых сбросных расходах на поверхности потока наблюдалось появление большого количества довольно крупных водяных бугров и столбиков, поднимавшихся над уровнем воды на высоту 20-40 см. Эти бугры и столбики, придававшие поверхности воды вид редкой щетки со щетиной, обращённой вверх, отсутствовали в верхней части водосброса, а появлялись в средней её части ниже предполагаемого места выхода турбулентного пограничного слоя на свободную поверхность потока. С этого места вода становилась белой, что указывало на появление поверхностной аэрации сбросного потока.

Появление водяных бугров и столбиков можно объяснить образованием вихрей у дна быстотока, их последующим подъемом и выходом за пределы свободной поверхности. Сходная картина, но без аэрации, может иметь место и в напорных потоках. Турбулентные вихри, которые зарождаются у стенок, устремляются затем к динамической оси потока под действием силы Жуковского. Достигнув динамической оси, вихри не останавливаются, а продолжают двигаться и перемещаются в противоположную половину потока. Важно отметить, что вихрь, появившийся у стенки, обладает вращательным движением, направление которого соответствует градиенту продольной скорости потока. После пересечения динамической оси потока, вихрь попадает в область, где градиент продольной скорости имеет противоположное направление, а следовательно сила Жуковского будет препятствовать движению этого вихря. Как следствие, вихрь остановится и распадется, но при этом он локально уменьшит градиент продольной скорости и как-то изменит процесс турбулентного перемешивания вблизи динамической оси потока по сравнению с таковым в турбулентном ядре. Одновременно у противоположной стенки тоже образуются вихри, которые движутся в сторону динамической оси. В итоге, близи динамической оси потока будут встречаться вихри движущиеся навстречу друг другу. Их взаимодействие и может породить область с продольными скоростями, близкими к скорости на оси.

Аналогичный механизм образования области с постоянной продольной скоростью может иметь место и в безнапорных потоках, но лишь с той разницей, что торможение потока у свободной поверхности могут производить вихри, поднявшиеся над свободной поверхностью и возвращающиеся затем в поток под действием силы тяжести.

В круглых потоках тоже может действовать описанный механизм распада вихрей, но осложнённый тем, что вихри движущиеся от стенки, могут встречаться друг с другом не только в противоположных направлениях, но и под разными углами.

Изложенная гипотеза не подкреплена расчетами и носит предположительный характер. Однако можно привести некоторые факты в её защиту: во-первых, характер типичного распределения стандартов вертикальных пульсаций скорости по глубине потока [10, рис. 2,3], согласно которому максимум пульсаций наблюдается на расстоянии от дна около $y/h=0,25$, а далее в сторону свободной поверхности стандарт пульсации постепенно уменьшается до

$y/h=0,8$ и затем, что наиболее важно сохраняется без изменения до свободной поверхности; во-вторых, аналогичным образом ведет себя распределение коэффициента вихревой вязкости при течении в трубе [11, рис. 7,39]: коэффициент вихревой вязкости вначале линейно возрастает с увеличением расстояния от стенки до $y/h=0,3$, после чего постепенно убывает, а при $y/h>0,7$ сохраняет постоянное значение.

Очень малый градиент по глубине потока продольной скорости течения вблизи динамической оси потока естественно считать следствием повышенных величин в этой области стандарта вертикальной пульсационной скорости и вихревой вязкости, нормированных динамической скоростью на стенке.

Рассмотренная кинематическая особенность ожидается и в круглых трубах. Однако для надёжной количественной оценки её размеров требуются дополнительные измерения по специальной программе.

Выводы:

1. Реальная кинематическая структура равномерных потоков имеет более сложный характер и состоит не из трех слоев, как принял Т. Карман (вязкого подслоя, переходной области и турбулентного ядра), а из пяти, за счет добавления области постоянства вихревой вязкости вблизи динамической оси потока и переходной зоны между турбулентным ядром и областью с постоянной вихревой вязкостью.

2. Известные логарифмические и степенные уравнения профилей скорости имеют перспективы уточнения в направлении учета особенностей течения вблизи динамической оси потока

Литература

1. Родионов И.А. Распределение скоростей и гидравлические сопротивления в плоском потоке при равномерном движении жидкости: дис. ... канд. техн. наук. Киев, 1960. Украинский ин-т инж. водного хозяйства.

2. Субботин В.Н. и др. Исследование осредненных гидродинамических характеристик турбулентного потока в прямоугольном канале. Обнинск: Препринт Физико-энергетического института, 1973. № 455.

3. Hussain A.K.M.F., Reynolds W.C. Measurements in fully Developed Turbulent Channel Flow. Transactions of the ASME. V.97, №4, 1975. P. 568-578.

4. Laufer J. Investigation of turbulent flow in a two-dimensional channel. NACA, Rep. 1053, 1951. P.1-33.

5. Скребков Г.П., Парашенко И.Е. О величине постоянных логарифмического профиля скорости при движении потока между гладкими стенками // Известия вузов. «Строительство и архитектура». 1983. № 2. С. 88-92.

6. Nikiradse J. Strömungsgesetze in rauhen Röhren. VDI. Forschungsheft, 1933, Bd. 4. V. 361, 225.

7. Шевелев Ф.А. Исследование основных гидравлических закономерностей турбулентного движения в трубах. ГИЛ по стр. и арх. М., 1953. 208 с.

8. Альтшуль А.Д. Гидравлические потери на трение в трубопроводах. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1963. 256 с.

9. Скребков Г.П., Исаченко Н.Б., Синельщиков В.С. Возникновение и развитие аэрации на водосбросных ГЭС Кадырья, Кибрай, Ак-Кавак 1, Ак-Тепе // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. Л.: Энергия, 1968. Т. 80. С. 241-243.

10. Боровков В.С. Русловые процессы и динамика речных потоков на урбанизированных территориях. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 286 с.

11. Хинце И.О. Турбулентность, её механизм и теория. М.: Физматгиз, 1963. 680 с.

Ключевые слова: плоские потоки, турбулентное течение, вихревая вязкость, область течения, вихревая вязкость.

Keywords: flat flow, turbulent flow, eddy viscosity, flow region, the vortex viscosity.

Скребков Геннадий Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники и гидравлики, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары, Московский пр., 15, тел. (8352) 58-30-36, E-Mail: underwood@list.ru.

Федоров Николай Анфимович – старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары Московский пр., 15, тел. (8352) 58-30-36. (niknadin@yandex.ru)

Побережная Татьяна Геннадьевна – старший преподаватель кафедры теплотехники и гидравлики, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары, Московский пр., 15, тел. (8352) 58-30-36.

Screbkov Gennady Petrovich - Ph.D., Associate Professor, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University, Russia, Cheboksary, Moscow Avenue, 15, tel.. (8352) 58-30-36, E-Mail: underwood@list.ru.

Fedorov Nikolai Anfimovich - Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University, Russia, Cheboksary Moscow Avenue, 15, tel.. (8352) 58-30-36. (Niknadin@yandex.ru)

Poberegnaya Tatiana G. - Senior Lecturer, Department of Heat Engineering and Hydraulics, Chuvash State University, Russia, Cheboksary, Moscow Avenue, 15, tel.. (8352) 58-30-36.

Для цитирования:

Скребков Г.П. Кинематическая особенность плоских турбулентных потоков вблизи динамической оси/ В.Н. Посохин, А.М. Зиганшин, Е.В. Варсегова // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 496 – 504.

Citations:

Screbkov G.P. The kinematic feature of turbulent flows near flat dynamic axis / G.P. Screbkov, N.A. Fedorov, T.G. Poberegnaya // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 496 – 504.

УДК 697.343

ИЗМЕНЕНИЕ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПЕРЕВОДЕ ОТКРЫТОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ЗАКРЫТУЮ.

Т. В. Щенникова, А. Д. Ярцева

ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова», г. Чебоксары, Россия.

Аннотация:

Работа посвящена проблемам, которые вероятнее всего возникнут в работе тепловых сетей при переводе открытых систем теплоснабжения на закрытые. Также рассматриваются вопросы повышения качества теплоснабжения.

CHANGING THE WORK OF HEAT NETWORKS WITH OPEN HEATING SYSTEM FOR CLOSED

Annotation:

This paper deals with the problems that are likely to arise in the heat network in the translation of open to closed heating systems. Also addresses the issues of improving the quality of heat supply.

С 1 января 2022 года открытые системы теплоснабжения должны быть переведены на закрытые. Согласно федеральному закону РФ № 190-ФЗ от 27.07.2010г. «О теплоснабжении» использование централизованных открытых систем теплоснабжения для нужд горячего водоснабжения, осуществляемого путем отбора теплоносителя на нужды горячего водоснабжения, не допускается[4].

Открытая система теплоснабжения предполагает, что горячую воду жители берут на свои нужды непосредственно из тепловой сети через терморегуляторы. Гидравлический режим таких систем нестабилен, потому что расход воды в обратном и даже в подающем теплопроводах величина переменная. В таких системах предполагается установка больших аккумулирующих емкостей для поддержания постоянного уровня воды в котлах. Да и качество горячей воды оставляет желать лучшего. Горячая вода согласно [3] должна отвечать требованиям ГОСТ «Питьевая вода» [1] по всем параметрам кроме температуры. Открытый разбор горячей воды из системы теплоснабжения стал большой проблемой для энергетиков по всей России, так как до 70 % жилых домов осуществляют горячее водоснабжение именно так.

Достаточно сложно поддерживать качество горячей воды в открытых системах теплоснабжения на должном уровне. Это в первую

очередь связано с забором воды после системы отопления, а также плохого качества водоподготовки теплоносителя. Поэтому применение теплообменников для нагрева воды позволит улучшить качество подаваемой горячей воды, так как закрытая система предполагает использование для нагрева холодную водопроводную воду, отвечающей всем требованиям. Отсутствие водоразбора в закрытых системах приведет также к стабилизации гидравлического режима системы теплоснабжения.

Перевод можно осуществить по двум вариантам: установка водоподогревателей горячего водоснабжения в отдельно стоящих центральных тепловых пунктах или непосредственно перед потребителем горячего водоснабжения. По первому варианту предполагается дополнительно заменить тепловую сеть с двухтрубной на четырехтрубную от ЦТП до потребителей. Кроме того, при закрытой схеме присоединения системы горячего водоснабжения, для нагрева в теплообменник и далее к потребителям подается вода из хозяйственно-питьевого водопровода, вследствие чего значительно увеличивается расход холодной воды на водоснабжение здания. Поэтому переход на закрытые схемы горячего водоснабжения потребует коренной реконструкции внутриквартальных и районных систем хозяйственно-питьевого водопровода. В первом случае необходима замена диаметров по пропускной способности до ЦТП, а во втором случае - непосредственно до потребителей.

При открытой системе теплоноситель проходит спецводоподготовку на теплоисточнике котельной или ТЭЦ. На ее водоподготовку тратятся реагенты, электроэнергия для подачи воды, также необходимы затраты на проведение регламентных работ по обслуживанию фильтров и на текущую эксплуатацию и ремонт оборудования. Что позволит сэкономить денежные ресурсы, так как в закрытых системах уменьшится объем подпиточной воды. Но потребуются дополнительные капитальные вложения на сооружение тепловых пунктов и реконструкцию тепловых сетей и сетей холодного водоснабжения.

Литература

1. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.
2. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*.
3. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003.

4. Федеральный закон РФ № 190-ФЗ от 27.07.2010 г. «О теплоснабжении».

Ключевые слова: открытые и закрытые системы теплоснабжение, системы горячего водоснабжения, водоподогреватель, гидравлический режим.

Keywords: open and closed heating system, hot water system, water heater, hydraulic regime.

Щенникова Татьяна Владимировна, старший преподаватель кафедры Теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», shchenn@mail.ru.

Ярцева Анастасия Дмитриевна, студентка группы С-21-13 4-го курса строительного факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», nasty-2402.95@mail.ru.

Shchennikova Tatiana Vladimirovna, the senior teacher of Heat Teplotekhnika and hydraulics FGBOU VO «Chuvash State University named after I.N. Ulyanov», shchenn@mail.ru.

Yartseva Anastasia Dmtrievna, a student group C-21-13 4-year civil engineering faculty FGBOU VO «Chuvash State University named after I.N. Ulyanov», nasty-2402.95@mail.ru.

Для цитирования:

Щенникова Т.В. Изменение работы тепловых сетей при переводе открытой системы теплоснабжения на закрытую / Т. В. Щенникова, А. Д. Ярцева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С. 505 – 507.

For citations:

Shchennikova T.V. Changing the work of heat networks with open heating system for closed / T.V. Shchennikova, A.D. Yartseva // New in architecture, design construction and renovation: Proceedings of the III International (IX All-Russia) Conference (NADCR – 2016). The Chuvash State University, Cheboksary, 2016. – P. 505 – 507.

Содержание

Предисловие	3
АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО	
Андреева О.П., Михайлова Э.В. Интеграция инженерной и компьютерной графики в образовательный процесс студентов строительных специальностей	5
Ахметова С.П., Сеньков В.М. Влияние аспектов архитектурно-пространственной среды школьного здания на образовательный процесс	9
Бородов В.Е., Юсупкина Е.В. Парковки – актуальная проблема современного города	14
Ефремова Е.А., Жиренков А.Н. О пути улучшения качества жизни жителей селитебных зон, поселений ХМАО-Югры, в районах газонефтедобычи	18
Исаев А.А., Шумихина Е.Г. Зоны охраны объектов культурного наследия как предмет проектирования	26
Макаров А.Н., Муреев П.Н. Измерительный комплекс контроля теплотехнических параметров наружной стены при длительных режимах испытаний в натуральных условиях	33
Муреев П.Н., Иванов А.В., Осокина В.А., Сабанцева И.С.. Применение архитектурных элементов зданий в борьбе с мостиками холода	38
Муреев П.Н., Макарова О.П. Расчет толщины утеплителя наружных ограждающих конструкций для различных населенных пунктов РМЭ с учетом их климатических параметров	46
РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	
Актуганов А.А., Актуганов А.Н., Актуганов О.А. Работа клеевого соединения полки со стенкой металлодеревянной балки с ребрами жесткости в виде полуцилиндрических гофров	52
Актуганов А.Н., Актуганов О.А., Актуганов А.А. Податливость соединения полки со стенкой стальной балки из ЛСТК	60
Антаков А.Б., Антаков И.А. Экспериментальные исследования изгибаемых элементов с полимеркомпозитной арматурой при длительном приложении нагрузки	67
Бахмисов В.А., Андреев В.Г., Бахмисов И.А., Тырлаков В.О., Тырлаков С.О. Способ повышения надежности кронштейнов навесных вентилируемых фасадных систем для кирпичной кладки	73
Введенский О.Г. Рыбозащитное сооружение водозаборов	80
Кибец А.И., Иванов В.А. Конечно-элементный анализ деформирования заглубленных трубопроводов системы охлаждения атомных станций при падении самолета	89
Лукин А.Г. Анализ различных конструкций усиления консольных балок рамно-связевого каркаса, выполненного по серии ИИ-04	95

Лукин А.Г. Анализ возможности применения системы «монтаж» программного комплекса ЛИРА-САПР для расчета усиления конструкций методом частичной разгрузки	99
Миронова О.В., Павлов В.В. Конструкции распорных перекрытий	104
Николаева А.Г., Плотников А.Н. Расчет многоэтажных зданий с железобетонным каркасом, учитывающий распределение усилий в эксплуатационной стадии	109
Петров М.В., Федорова Т.Г., Гоник Е.Г. Экспериментальное определение давления сыпучей среды на внутреннюю стенку цилиндрической оболочки	119
Плотников А.Н., Васильев П.А. Сопоставительные испытания трехслойных наружных стеновых панелей из керамзитобетона со стальной и композитной арматурой	124
Поздеев В.М., Средин А.В. Совершенствование конструктивных решений монолитных участков в перекрытиях зданий из сборных железобетонных плит	133
Радайкин О.В., Шарафутдинов Л.А. К определению оптимального фибрового армирования на основе компьютерного моделирования в пакете ansys изгибаемых железобетонных элементов, усиленных с применением сталефибробетона	138
Савин С.Ю., Ивлев И.А., Перелыгин В.В. К оценке жесткости вытянутых вдоль основания трапециевидных ортотропных пластин с использованием метода интерполяции по коэффициенту формы	144
Для цитирования:	
Соколов Б.С., Трошков Е.О. Испытание штепсельных стыков II типа на внецентренное сжатие	151
Турков А.В., Макаров А.А. Экспериментальные исследования систем перекрестных балок из деревянных элементов на квадратном плане с размером ячеек 0,4х0,4 м на динамические и статические нагрузки при различной схеме опирания	158
Фабричная К.А., Абдрахимова Н.С., Н.Н. Фалахов Н.Н. Особенности расчета сборного железобетонного каркаса 22-х этажного здания с учетом податливости штепсельных стыков	166
Фабричная К.А., Альтапов С.Р. Особенности учета ветрового воздействия при моделировании каркаса здания гостинично - делового комплекса в различных программных комплексах	173
Фабричная К.А., Левина А.В. Моделирование стыков каркаса уиксс при модернизации зданий детских дошкольных учреждений	181
Фабричная К.А., Мартиняк Н.В. Моделирование стыков полурам сборных железобетонных рам пролетом 24 метра	188
Филатов В.Б., Бубнов Е.П. Исследование деформативности плоских железобетонных плит при продавливании	194
Филатов В.Б., Скачков Ф.П., Чекушкин Е.В. Результаты экспериментального исследования нагельного эффекта продольной арматуры в наклонном сечении изгибаемого элемента	203
Яковлева Л.А., Иванова Н.В. Огнезащита металлических конструкций	210

Яковлева О.С. Исследование прогрессирующего разрушения несущей системы многоэтажного здания в виде монолитного рамного каркаса	218
НАДЕЖНОСТЬ, ДОЛГОВЕЧНОСТЬ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Амато П., Бахмисов В.А., Куклин В.А., Андреев В.Г., Бахмисов И.А. Способ статического укрепления элементов облицовки композитными системами, состоящими из сетки из высокопрочного волокна и клеящего раствора на основе минерального вяжущего	226
Баянова Д.Р., Павлов В.В. Повреждения стен зданий старой постройки	240
Иванов С.И. Определения несущей способности анкеров по результатам натурных испытаний	244
Котлов В.Г., Иванова М.А. Влияние степени агрессивности среды эксплуатации на работу деревянных конструкций с узловыми соединениями на металлических зубчатых пластинах	250
Поздеев В.М., Мотовилова Л.П., Трошков Е.О. Мониторинг состояния конструкций железобетонного сборно-монолитного каркаса строящегося жилого дома	255
Рахмонов А.Д., Абдуллоев И.И. Результаты обследования технического состояния зданий музея М. Турсун-заде в г. Душанбе	260
Сергеев С.В., Воробьев Е.Д. Обследование технического состояния памятника архитектуры – Михаилоархангельской церкви с мраморным иконостасом, расположенной в п. Борисовка Белгородской области	267
Соловьев Н.П. Развитие методов определения безотказности строительных конструкций	275
ГЕОТЕХНИКА, ОСНОВАНИЯ, И ФУНДАМЕНТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Викторова С.С. Специфика преподавания дисциплины «инженерная геология» в непрофильном вузе	282
Глушков В.Е., Глушков А.В. . Влияние способа погружения на несущую способность свай	287
Мирошин А.Н., Кондратова Д.А., Вайнштейн В.М. К вопросу оптимального проектирования свайных фундаментов	293
Погорелов Ю.С., Ороско Перес Х.М. Комплексные геоэлектрические исследования горного массива на 8-м горизонте рудника «Интернациональный» АК «Алроса»	297
Соколов Н.С. Подходы к увеличению несущей способности бурой инъекционных свай усиления	304
Утепов Е.С., Муканов А.К., Беспяев А.Е., Сембеков А.Н., Мукужанов А.М. Об актуальности компрессионных испытаний грунтов для геотехнического проектирования	316
Ушков С.М., Викторова С.С. Ускорение консолидации слабого основания автомобильных дорог	326

ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ, МАТЕРИАЛЫ И ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

Безгодов И.М., Ткач Е.В., Пахратдинов А.А. Физико-механические характеристики бетона на щебне из бетонного лома	333
Богданов В.Ф., Тарасов Д.Н., Федосеева И.П., Чумаков В.П. Техно-экономическая эффективность многослойных наружных стен	343
Ежов С.А., Ежова С.В. Особенности применения несвязанных инертных материалов для купирования выбоин в неблагоприятный период времени года в условиях Республики Марий Эл.	349
Ермолович Е.А., Ермолович О.В. Направленные изменения свойств закладочных композиционных материалов	356
Еропов Л.А., Ванькина Т.О. Особенности применения современных видов рулонных кровельных материалов	360
Иливанов В.Ю. Состав и свойства нефтяных дорожных битумов под действием различных добавок поверхностно-активных веществ	366
Ильина А.И., Богданов В.Ф. Особенности системы менеджмента качества в строительстве автомобильных дорог и придорожной инфраструктуры	371
Львов И.В. Проблемы качества и безопасности в строительстве	377
Львов И.В. Зарубежные модернизации технологий производства бетона	385
Мамаев Н.Г., Соколова А.И. Технологические особенности зимнего бетонирования тонкостенных конструкций	392
Мырнин В.А. Новые методы преобразования промышленных и муниципальных отходов в строительные материалы с высоким экономическим и экологическим эффектом	398
Нурисламов А.А., Щепелев А.В., Михайлов А.В. Активированный минеральный порошок для асфальтобетона из кварцевого песка. Способ получения и основные характеристики	409
Соколова А.И., Мамаев Н.Г. Техно-экономическая эффективность зимнего бетонирования каркаса здания	421
Уткин Д.Г., Григорьев Д.В., Зайцев И.А. Исследование прочностных и деформативных свойств сталефибробетона при статическом нагружении	425
Федосеева И.П., Трофимова Е.В., Богданов В.Ф., Мамаев Н.Г. Градостроительство как стратегический инструмент развития региональной экономики	431
Фомин Н.И., Зотеева Е.Э. Оценка инновационного потенциала сборно-монолитных систем гражданских зданий	436
ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ЗДАНИЙ	
Алексеева А.В., Фединцев В.Е., Алексеева Г.Н. Энергопитание индивидуального жилого дома с помощью солнечных батарей	446
Беков А.М., Абсиметов В.Э. Энергоэффективные здания. теплодернизация фасадов здания	453

Беляева Г.И., Зиганшин М.Г. Повышение энергоэффективности применения батарейного циклона для очистки природного газа	459
Беляева Е.Е., Зиганшин М.Г. Численное определение сопротивления плоского отвода для широкого диапазона изменения размеров	464
Замалиева А.Т., Зиганшин М.Г. Численное определение сопротивления плоского отвода для широкого диапазона изменения размеров	470
Мозгова А.С., Суриков А.В. Энергетическое обследование котельных и тепловых сетей	474
Посохин В.Н., Зиганшин А.М., Варсегова Е.В. О направлении истечения струи из отверстия в стенке воздуховода	481
Степанова Л.Р., Катяков В.В. Системы ОВК многоквартирного энергосберегающего жилого дома	487
Скребков Г.П., Фёдоров Н.А., Побережная Т.Г. Кинематическая особенность плоских турбулентных потоков вблизи динамической оси	496
Щенникова Т.В., Ярцева А.Д. Изменение работы тепловых сетей при переводе открытой системы теплоснабжения на закрытую	505
Содержание	508

Научное издание

НОВОЕ В АРХИТЕКТУРЕ, ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ И РЕКОНСТРУКЦИИ

НАСКР-2016

Материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции

Отв. за выпуск А.Н. Плотников

Подписано в печать . Формат 60х84/16

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать оперативная.
Усл. Печ. Л. 23,82. Уч.-изд. Л. 25,63. Тираж 200 экз. Заказ №

Издательство Чувашского университета
Типография университета
428015, Чебоксары, Московский пр., 15